



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# **Vegetation i anlagda våtmarker - ur ett reningsperspektiv**

Med applikation på Västerås Vattenpark

*Angelica Odgrim*

Självständigt arbete • 15 hp  
Landskapsingenjörsprogrammet  
Alnarp 2018

## **Vegetation i anlagda våtmarker**

- ur ett reningsperspektiv

**Med applikation på Västerås vattenpark**

Vegetation in constructed wetlands

- from a nutrient removal perspective

With an application on Västerås Vattenpark

*Angelica Odgrim*

**Handledare:** Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Bitr handledare:** Mats Gyllin, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi  
Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Frida Andreasson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Examensarbete i landskapsarkitektur för landskapsingenjörer

**Kurskod:** EX0793

**Program:** Landskapsingenjörsprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2018

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Våtmarksvegetation, näringsämne, tungmetall, närsalt, kväve, fosfor, reduktion, renande vegetation, våtmark, vattenväxter, näringsupptag, filtrering, Västerås vattenpark

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

## Sammanfattning

Rening av dagvatten genom våtmarker och så kallade vattenparker har på senare tid blivit mer populärt, dels ut reningsaspekten men även för att området dessutom kan användas i rekreations- och utbildningssyfte på samma gång som det är ett utmärkt sätt att gynna den biologiska mångfalden. Samtidigt som det blir mer populärt att anlägga dessa vattenparker tycks kunskapen vara ganska bristfällig om vilka växter som är lämpliga att etablera utifrån ett reningsperspektiv.

I detta arbete finns en kort redogörelse för hur en våtmark i Sverige ser ut och tar även upp de moderna anlagda våtmarkerna och dess utformning. Vid en nyetablering av våtmarksvegetation i Sverige idag det bör det finnas en grundläggande kunskap om våtmarkers olika zonindelningar och vilka egenskaper dessa har. Likaså är grundläggande kunskaper om reningsprocesser bra att ha vid nyetablering av våtmarksvegetation men även i planeringsstadiet då en våtmark ska anläggas kan dessa kunskaper undvika framtida omkostnader.

De reningsprocesser som tas upp i arbetet är främst den rening som vegetationen hjälper till med såsom t.ex. näringsupptag, filtrering och denitrifikationsprocessen. Likaså koncentreras arbetet till främst kvävereduktionen genom vegetation även om andra reningsmetoder tas upp. Fosforfällor och sedimentering nämns kort i texten.

Våtmarksvegetationens förutsättningar och krav på miljön för att överleva skiljer sig från art till art och många gånger visar det sig att de arter som i litteraturen sägs ha renande egenskaper även vill stå i olika grader av näringsrika miljöer. Med den sammanställande tabell som gjorts i arbetet syns denna egenskap så tydligt att antaganden kan göras att alla arter vilka vill ha en näringsrik omgivning är bra i våtmarker i ett renande syfte. Dessutom visar studier på att vegetation i vatten är en utmärkt miljö för mikroorganismer såsom denitrifikationsbakterier vilka hjälper till att omvandla det lösta kvävet i vattnet till kvävgas vilket återförs till luften. Vegetationen bidrar även med en kolkälla när de dör och bryts ner. Denna kolkälla fungerar som energikälla för de redan nämnda denitrifikationsbakterierna. Med andra ord hjälper all våtmarksvegetation i vattnet till med reningen. Detta betyder att en sammanställning av arter vilka är mer lämpliga än andra på rening är överflödigt. Däremot kan sammanställningen med fördel användas om våtmarken kräver en större andel kvävereduktion. Då är arter med stort näringsupptag utmärkta att etablera. Dessa växter bör skördas i slutet av varje säsong för att på våren tvingas att koncentrera sig på näringsupptag och tillväxt. Dock betyder det inte att sammanställningen inte kan användas till annat än vid nyetablering av extremt kvävereducerande våtmarker. Här finns våtmarksarter som kan trivas i flera ståndortskombinationer såsom måttligt näringsrik stenig miljö, fuktig miljö med chans för regelbunden översvämning eller dyg, lera med mycket näring.

Sammanställningen kan därför även användas vid anläggning av andra slags våtmarker som t.ex. regnbäddar med ständigt stående vatten och vattenmagasin ovan mark där det finns en permanent vattenspegel men även vanliga dammar utan reningsfunktion.

Etableringsmetoder av våtmarksvegetationen kan vara allt från den enklaste och minst kostnadskrävande spontana etableringen till den dyraste metoden med pluggplantor. Andra förslag på etableringsmetoder är bland annat frösådd, hämtning av växtmaterial från andra våtmarker och prefabricerad vegetation.

En rekommendation är att blanda metoderna där de mest utsatta och känsliga områden i våtmarken får vegetationen etablerad med pluggplantor och prefabricerad vegetation i form av mattor och rullar för en snabb etablering. Där får de aggressiva och kraftigväxande arterna som spontant etablerar sig mindre möjlighet att etablera sig jämfört med om andra etableringsmetoder används där dessa arter kan fylla alla tomma ytor och ta över på kort tid.

I arbetet tas en fallstudie upp där Västerås Vattenpark får förslag på växtval och etableringsmetoder som passar våtmarkens förutsättningar. Västerås vattenpark planeras anläggas intill en aktiv, mindre flygplats och måste därmed anpassa utformningen av våtmarken efter de säkerhetsregler som gäller med vatten intill flygplatser såsom att inte locka till sig större sjöfåglar som t.ex. *Branta canadensis* (kanadagås) och *Cygnus olor* (knölsvan). De får inte heller ha ett för stort vattendjup då risken finns att fallskärmschoppare som är aktiva på flygplatsen kan förolyckas i djupare vatten. Det innebär att Västerås vattenpark sällan har vattendjup större än 100 cm vilket ger svårigheter med vegetationen i form av igenväxning eller total avsaknad av vegetation om de större sjöfåglarna ändå skulle hitta till platsen.

## Förord

Detta examensarbete är skrivet på C-nivå i ämnet Landskapsarkitektur och ingår i Landskapsingenjörsprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU i Alnarp. Uppsatsen motsvarar 15 högskolepoäng.

Handledare för examensarbetet har varit Eva-Lou Gustafsson, universitetsadjunkt vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning. Biträdande handledare har varit: Mats Gylling, forskare vid Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi och Tobias Emilsson, forskare vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examinator har varit Frida Andreasson, forskare vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Jag vill tacka alla som på ett eller annat sätt har hjälpt mig att få fram den information som behövts för att göra detta arbete.

Tack till Västerås Stad och Mälarenergi AB som tillhandahöll en plats att utföra en fallstudie på.

Ett särskilt tack till min man, Mikael Odgrim för hans tålamod med mig och mina egenheter som uppenbarat sig väldigt ofta under arbetets gång. Jag vill även tacka dig för ditt stöd och alla uppmuntrande ord på vägen. Utan dig skulle det varit mycket svårare.

Sist vill jag tacka mina handledare. Tack för alla tips och råd och inte minst tack för en vänlig men handfast styrning till ett arbete som resulterade i denna uppsats. Tack till Mats Gylling och Tobias Emilsson för expertis som jag uppskattat enormt mycket under arbetes gång.

Alnarp januari 2018

Angelica Odgrim



# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	I
Förord.....	III
Inledning.....	1
Bakgrund .....	1
Syfte .....	1
Avgränsningar och klargöranden .....	1
Huvudsakliga frågor .....	1
Metod .....	3
Litteraturstudie .....	3
Fallstudie .....	3
Våtmark.....	4
Vad är en våtmark?.....	4
Naturliga och anlagda våtmarker.....	4
Våtmarkens zoner.....	5
Strandzonen .....	5
Fuktäng.....	5
Mad.....	5
Vattenzon.....	6
Sumpzon.....	6
Grunt vatten .....	7
Djupt vatten .....	7
Hur renas vattnet i en våtmark?.....	7
Vilken roll har våtmarksvegetationen i reningsprocessen? .....	7
Vilka förutsättningar behöver våtmarksvegetationen? .....	9
Växtgrupper.....	10
Helofyter.....	10
Hydrofyter .....	10
Nymphaeider, flytbladsväxter .....	10
Elodeider, långskottsväxter .....	10
Isoetider, kortskottsväxter .....	10
Lemnider .....	10
Etableringsmetoder för växter i våtmarker.....	10
Spontan etablering.....	11
Hämta växter från en befintlig närliggande våtmark.....	11
Pluggplantor .....	11

Frösådd .....	11
Prefabricerad vegetation.....	11
Växter i en våtmark .....	12
Strandzonen .....	12
Vattenzonen.....	13
Fallstudie Västerås vattenpark.....	15
Förutsättningar och problem .....	15
Lämplig våtmarksvegetation för Västerås vattenpark. ....	17
Förslag på växtval till Västerås vattenpark och i vilka zoner de kan placeras .....	17
Lämplig etableringsmetod för Västerås vattenpark.....	19
Diskussion .....	20
Källförteckning.....	23
Bilagor .....	25
Tabell 1.....	25



# Inledning

## Bakgrund

Rening av dagvatten genom våtmarker och så kallade vattenparker har på senare tid blivit allt mer populärt, dels ur reningsaspekten men även för att området kan användas i rekreations- och utbildnings-syfte på samma gång som det är ett utmärkt sätt att gynna den biologiska mångfalden. På samma gång som det blir mer populärt att anlägga dessa vattenparker tycks däremot kunskapen vara ganska bristfällig om vilka växter som är lämpliga att etablera utifrån ett reningsperspektiv.

## Syfte

Under utbildningens gång har jag känt att den information som getts ut via kurser inte har varit tillfredsställande när det kommer till våtmarksvegetation. Endast en handfull ämneskunniga har kunskapen som jag känner att de flesta landskapsingenjörsstudenter idag borde ha tillgång till. Under min praktik hos Västerås Stad kom de med ett förslag till ett examensarbete som rörde deras vattenpark som i samarbete med Mälarenergi AB ska anläggas hösten 2018. Där växte idén fram om att göra en mindre sammanställning över de växter som fungerar i reningssyfte i våtmarker. Samtidigt kan dessa nya kunskaper användas till en fallstudie där förslag på växter som passar Västerås vattenparks förutsättningar läggs fram.

Med detta arbete görs en sammanställning av lämpliga våtmarksarter med reningsfunktion som även kan appliceras på andra våtmarker i den södra delen av Sverige upp till Dalälven.

Då arbetet ska kunna appliceras på andra våtmarker bör arbetet rikta sig mot de som arbetar med eller funderar på att anlägga en våtmark i reningssyfte och därmed kan arbetet användas i utbildningssyfte.

## Avgränsningar och klargöranden

För att arbetet inte ska bli för stort görs följande avgränsningar:

Våtmarksvegetationsförteckningen innehåller enbart arter som är funktionella inom reningen av främst närsalter. Växtlistan är applicerbar på näringsrika våtmarker i den södra delen av Sverige med övre gräns vid Dalälven. Arterna är framtagna för etablering i en nyanlagd våtmark och inte i en redan befintlig våtmark. Växtlistan kommer inte att innehålla arter som enbart vill växa i torrare zoner, såsom fuktängen då dessa arter inte är relevanta för reningsprocessen i våtmarken.

Arbetets huvudfråga riktar in sig på rening genom vegetationen. För att läsaren ska kunna bilda sig en uppfattning om olika reningsprocesser tar arbetet upp fler reningsprocesser än enbart kvävereduktion.

I reningssyfte koncentreras arbetet på närsalterna med betoning på kväve. Därmed väljer jag att undvika ingående beskrivningar eller lämpliga arter som behandlar övriga föroreningar såsom zink, koppar, bly och så vidare.

Skötseln av våtmarksvegetationen lämnas utanför i detta arbete på grund av tidsutrymme.

Med *Fallstudie Västerås vattenpark* kommer jag att lägga fram lämpliga växtförslag utifrån två aspekter: reningssyftet av närsalter och platsens förutsättningar. Vidare ger jag förslag på etableringsmetoder som kan passa Västerås vattenpark.

Jag väljer att använda ordet våtmark för ganska många olika former av vattensystem såsom sumpmarker, mindre sjöar, dagvattendammar, fördröjningsytor och även regnbäddar där det finns en permanent fuktig yta.

## Huvudsakliga frågor

Den huvudsakliga frågan i arbetet är följande:

- Vilka arter passar i en våtmark i södra delen av Sverige med övre gräns vid Dalälven och med syfte att rena vattnet från närsalter och då främst kvävereduktion?

För att kunna svara huvudfrågan uppkommer några följdfrågor:

- Hur fungerar reningsprocessen av närsalter i en våtmark och då främst kvävereduktionen?
- Hur hjälper våtmarksvegetationen till med reningen av närsalter och då främst kvävereduktion?
- Vilka förutsättningar kräver vattenvegetation för att leva i en våtmark?
- Vilka etableringsmetoder kan användas vid en nyanläggning av en våtmark i Sverige?

Med Fallstudie *Västerås Vattenpark* avser jag att svara på frågan:

- Vilka arter som är lämpliga för den specifika plats där våtmarken ska anläggas?

Samt:

- Ge förslag på hur vegetationen i Västerås vattenpark bäst etableras utifrån de förutsättningar som getts under arbetets gång.

## Metod

Huvuddelen av arbetets tidsåtgång har inneburit en insamling av information till litteraturstudien samt till den del i arbetet vilket resulterat i en växtlista med lämpliga våtmarksväxter med renande funktion för etablering i södra Sverige med övre gräns vid Dalälven.

Metoderna som används i arbetet har delats upp i två kategorier; *Litteraturstudie* och *Fallstudie*.

### Litteraturstudie

Arbetets större del har inneburit litteraturstudier där fokus har legat på vegetation som har en renande funktion men även hur en våtmark ser ut och fungerar. För att få fram information om ämnet har studier av relevant litteratur och internetsidor genomförts. Litteratur som använts har varit:

- Faktalitteratur
- Kurslitteratur
- Vetenskapliga artiklar och rapporter
- Myndighetsrapporter och utredningar
- Kontakt med ämnesexpert inom våtmarksbranschen
- Även andra studenters arbeten har lästs för att kunna hitta lämpliga källor för arbetet

Databaser som använts för att hitta relevant litteratur har varit följande:

- SLU:s biblioteks söktjänst Primo
- Web of Science
- Scopus
- Google Scholar
- Libris
- Google

Utöver elektroniska sökresultat och litteraturer har SLU:s bibliotek i Alnarp, Stadsbiblioteket i Sala och Universitetsbiblioteket i Uppsala utnyttjats liksom fjärlån har gjorts från andra bibliotek runt om i Sverige.

### Fallstudie

En del av arbetet innebär en fallstudie som grundar sig på den litteraturstudie som utmynnat i våtmarkens utseende och reningsfunktion samt den växtlista som arbetet resulterat i. Utöver litteraturstudien har metoderna för att genomföra *Fallstudie Västerås vattenpark* varit följande:

- Workshop arrangerat av Västerås Stad och Mälarenergi
- Möte med Västerås Stad och Mälarenergi
- Kontakt med ämnesexpert inom våtmarksbranschen genom telefonsamtal och mejlkontakt.

# Våtmark

Vad är en våtmark?

## Definition:

*”Våtmarker är ett samlingsnamn för grunda dammar och permanent mycket fuktiga marker.” (Feuerbach 2014)*

Våtmarker har funnits naturligt i vårt land sedan tidernas begynnelse och är Moder jords njurar som renar vattnet på föroreningar såsom bland annat närsalter innan vattnet når haven och sjöarna (Feuerbach 2014).

Både Höök Patriksson (1998) och Hagerberg (2004) skriver att i norra delarna av Sverige finns dessa naturliga våtmarker kvar medan som de flesta våtmarker i södra delen av landet har försvunnit i och med att vi på 1800-talet började dika ur våtmarkerna för att få en större areal åkermark. Detta innebär att vattnet inte längre filtreras i samma utsträckning och snabbt når recipienten vilket har lett till problem som till exempel övergödning av våra sjöar och vattendrag.

## Naturliga och anlagda våtmarker

Naturliga våtmarker har enligt Hagerberg (2004) förutom en renande effekt även en fördröjande effekt där vatten magasineras och hålls kvar för att inte skapa överbelastningar i det naturliga vattensystemet. I naturen finns dessutom gott om vegetation som tar upp vatten och jorden fungerar som infiltrationszon där vatten når vegetationens rotsystem. Jorden filtrerar även vattnet på väg ner till grundvattnet.

Hagerberg (2004) skriver vidare att med dikningarna sänktes grundvattennivån för att torrlägga våtmarkerna och göra dessa hanterbara ur ett odlingsperspektiv. Dessvärre fick vi ett vattensystem som snabbt forslar bort vatten och näring från åkrar via dräneringsrör under åkrarna och ut i diken. Diken är ofta utformade att vara raka rännor längs åkrarna och saknar de uppbromsande hinder och kurvor som de naturliga vattendragen har. Vattnet flödar därför snabbt genom landskapet till närmaste vattendrag och har allt för oftast med sig bland annat kväve och fosfor från åkrarna som samlas i vattendragen och senare i sjöar och hav.

I våra städer har vi enligt Hagerberg (2004) nästan bara hårdgjorda ytor som varken kan infiltrera eller rena vattnet utan istället ökar på flödet i dagvattensystemen och för med sig föroreningar från hus, gator, bilar och allt avfall som kommer från djur och inte minst från oss människor. Detta dagvatten rinner i bästa fall till ett reningsverk men i värsta fall rakt ut i närmaste vattendrag. Sjöar och vattendrag har inte kapaciteten att rena vattnet från föroreningar på samma sätt som våtmarker och överbelastas därför med övergödning som en följd av detta.

Enligt Svenskt vatten (2011) anläggs idag våtmarker i anslutning till sjöar och större vattendrag för att hjälpa naturen att rena vattnet från föroreningar men det anläggs även i urbana miljöer, t.ex. i stadskärnor för att bromsa upp flödet vid kraftig nederbörd. Svenskt vatten skriver om hur vi i städerna använder dessa uppsamlingsytor som magasin under jorden kopplat till dagvattensystemet men numera blir det allt vanligare att anlägga dammar och regnbäddar vilket ger en estetisk attraktiv lösning på ett samhällsproblem som tycks öka med tiden. Dessutom ger dessa öppna dagvattenlösningar även en reningsmöjlighet genom att låta växter ta upp närsalter och föroreningar och tvingar vattnets flöde att minska då vegetationen blir ett farthinder på vägen. Vidare skriver Svenskt vatten att dessa konstgjorda våtmarker kan se ut på många olika sätt, ibland som en gjuten betongbassäng där växter planterats in

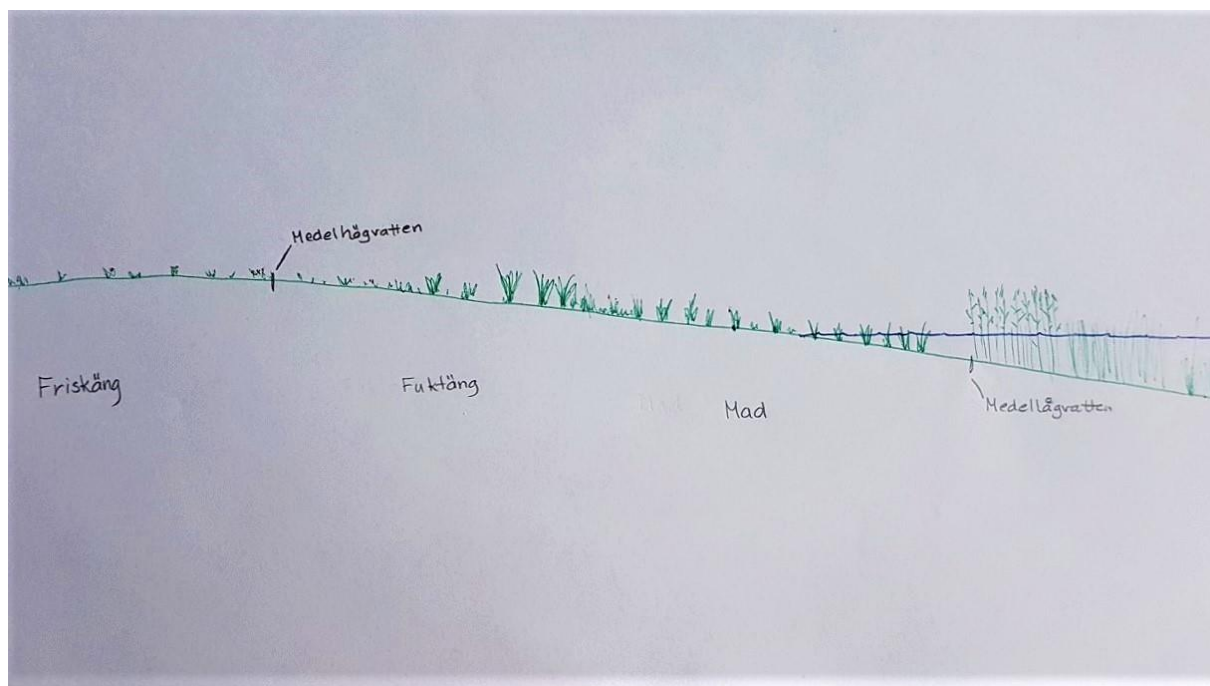
och även utformade som vattenoaser inne i stadskärnor och bostadsgårdar. Dock ser de oftast ut som en vanlig damm i utkanten av staden där den även används för rekreation åt stadens invånare.

## Våtmarkens zoner

En våtmark har inte ett homogent utseende då den kan variera till utseende och egenskaper. Det som är gemensamt för alla våtmarker enligt Hagerberg (2004) är att de har en permanent fuktig jord och ofta en vattenspiegel. En våtmark delas in i flera olika zoner, såsom *strandzon* och *vattenzon*. Dessa zoner ligger närmast vattensamlingen och kan variera i utseendet beroende på var i landet våtmarken är lokaliserad. Hagerberg menar att en våtmark i ett urbergsområde i Dalarna kommer att se annorlunda ut och hysa andra arter än en våtmark i ett åkerlandskap i Skåne. En annan variabel som påverkar våtmarkens utseende är om den omges av ett kulturlandskap eller av t.ex. en urskog.

### Strandzonen

Både Höök Patriksson (1998) och Hagerberg (2004) skriver att fuktzonen eller *strandzonen*, vilket kommer att vara den benämning som används i detta arbete återfinns ytterst i våtmarken. Beroende på var i landskapet våtmarken är lokaliserad eller hur den är utformad så kan strandzonen delas upp i mindre zoner (se figur 1) såsom t.ex. *friskäng*, *fuktäng*, *mad* (sydsvenskt uttryck) och *raning* (nordsvenskt uttryck).



Figur 1. Exempel på hur en hävdad strandzon kan se ut. Efter medelhögvattenmarkeringen börjar friskängen där marken ytterst sällan svämmas över. Mellan medelhög- och medellågvattenmarkeringarna finns fuktäng och mad där maden översvämmas regelbundet och aldrig torkar upp medan fuktängen översvämmas i regel enbart på vinterhalvåret för att torka upp under sommarhalvåret. Bild: Odgrim (2018)

### Fuktäng

Fuktängen beskrivs av Höök Patriksson (1998) som den del av strandzonen vilken ligger ovanför den normala högvattenlinjen och blir därför sällan översvämmad. Detta innebär att mer torktåliga arter återfinns här då fuktängen oftast torkar upp under sommaren men är fuktig övriga delar av växtperioden. Vegetationen i fuktängen har sällan en renande effekt på våtmarkens vatten då den inte kommer i kontakt med vattnet på samma sätt som den vegetation som växer i vattnet.

### Mad

Efter fuktängen kommer maden, även kallad raning, strandäng och våtäng. Maden ligger nedanför den normala högvattennivån vilket innebär att jorden här sällan blir helt uttorkad då den översvämmas

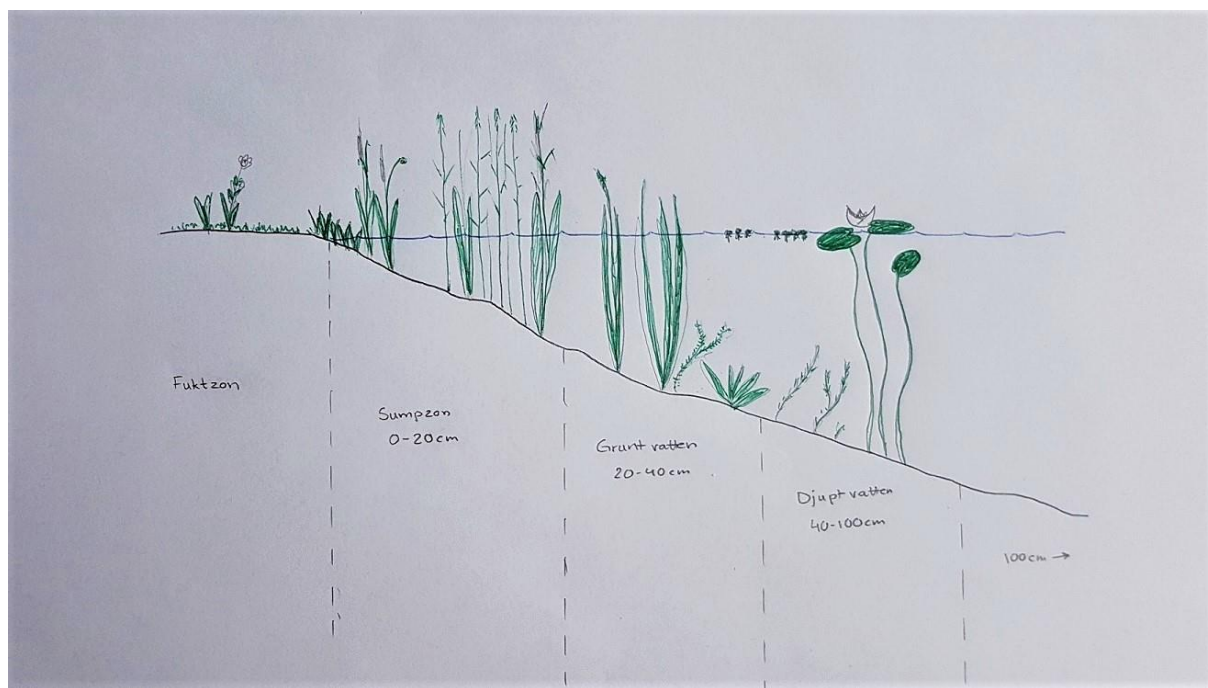
regelbundet. Veg Tech AB (2017)<sup>i</sup> menar att eftersom maden inte ligger nedanför vattennivån kommer ingen vegetation att stå permanent under vatten. De skriver att många arter ändå vandrar iväg och återfinns både i maden och i vattenzonen. Madens utseende kan variera och både Höök Patriksson (1998) och Hagerberg (2004) skriver att maden kan vara brant och innefatta några få cm mellan fuktäng och vattenzon men den kan också vara flack och flera meter bred.

Vidare skriver Höök Patriksson (1998) att när maderna översvämmas tillförs näring till marken vilket gör maderna till ett naturligt högproduktivt område dit många olika arter söker sig.

Beroende på hur maden sköts kommer olika sorters vegetation att återfinnas här menar Höök Patriksson (1998) och Hagerberg (2004). Om maden hävdas, dvs. slåstras eller betas, kommer maden att få ett uttryck av lågvuxen vegetation ända ner till vattnet där vi kan hitta starrarter, gräs och örter som har mindre chans att överleva om den högvuxna vegetationen tar plats. Om maden är ohävdad kommer den högvuxna vegetationen att be ut sig i tjocka täta bälten över hela maden och långt ut i vattnet.

### Vattenzon

Innanför strandzonen finns vattenzonen. Vattenzonen kan delas in i mindre zoner (se figur 2) såsom; *sumpzon*, *grunt vatten* och *djupt vatten*, där den senare kan delas in i fler zoner beroende på vattendjupet.



Figur 2. Exempel på hur en vattenzon kan se ut. Bild: Odgrim (2018)

#### *Sumpzon*

Sumpzonen har enligt Svenskt vatten (2011) ett vattendjup på 0–20 cm. Ofta återfinns de mest fuktälskande mad-arterna även i sumpzonen då de är anpassade för att stå med växtdelar i vattnet såväl som i lite torrare jordar. Vidare skriver Svenskt vatten att sumpzonen håller den största andelen av den vattenvegetation som lever i våtmarken då zonen är bra syresatt och näringsrik. Hagerberg (2004) och Veg Tech AB (2017) menar att sumpzonen med fördel kan vara flack och långgrund för att stora populationer av vegetationen ska kunna breda ut sig och därmed hjälpa till i reningsprocessen.

<sup>i</sup> Veg Tech AB är ett företag som arbetar med och marknadsför bland annat vattenväxter.

### *Grunt vatten*

Efter sumpzonen kommer enligt Veg Tech AB (2017) grunt vatten med vattendjup på 20–40 cm. Färre arter vill etablera sig här men det finns fortfarande många som kan leva på detta vattendjup. Det är i sumpzonen många renande våtmarksarter kan sättas ut då det är ett djup som passar dessa arter samtidigt som syresättningen på detta djup kan hålla god standard.

### *Djupt vatten*

Veg Tech AB (2017) beskriver djupt vatten med ett vattendjup mellan 40–100 cm. Här återfinns ofta den vegetation som kräver mycket näring för att växa och är lämplig att etablera ur ett reningsperspektiv. Veg Tech AB skriver även att ner till 1,3 meter återfinns ytterst lite vegetation då solljuset inte kan nå så långt ner i vattnet. Vid större djup är det så pass mörkt och stilla att det är en stor risk för syrebrist.

## Hur renas vattnet i en våtmark?

Hagerberg (2004) skriver att i naturen transporteras närsalter såsom kväve och fosfor med vattnet från vattendragen till våtmarken där närsalterna renas bort från vattnet. Sedan leds vattnet vidare ut i sjöar och hav. Våtmarkerna är indelade i olika områden där första anhalten är inloppet. Inloppet har oftast en lite djupare botten där flödet kan lugna ner sig. Hagerberg menar att det oftast inte finns några växter vid inloppet då flödet kan vara för stort för att undervattensvegetation ska gynnas. Strax efter inloppet finns en sedimentbädd där de största partiklarna lägger sig på botten och sedimenteras när vattnet lugnar ner sig. Det är här som den största reningen sker på fosfor som främst renas genom sedimentering.

Efter detta område kommer vegetationen att öka, både under vatten och i strandkanten menar Hagerberg (2004). Här renas fosfor genom att sedimentera längs hela våtmarkens botten, ju finare partiklar desto längre färdas de och de allra minsta partiklarna behöver lugnt vatten för att kunna sedimenteras. Fosfor renas även genom vidhäftning på vegetationen då vattnet färdas mellan växternas blad och stjälkar, men detta sker i mycket liten skala då sedimentation är den största reningsprocess för fosfor.

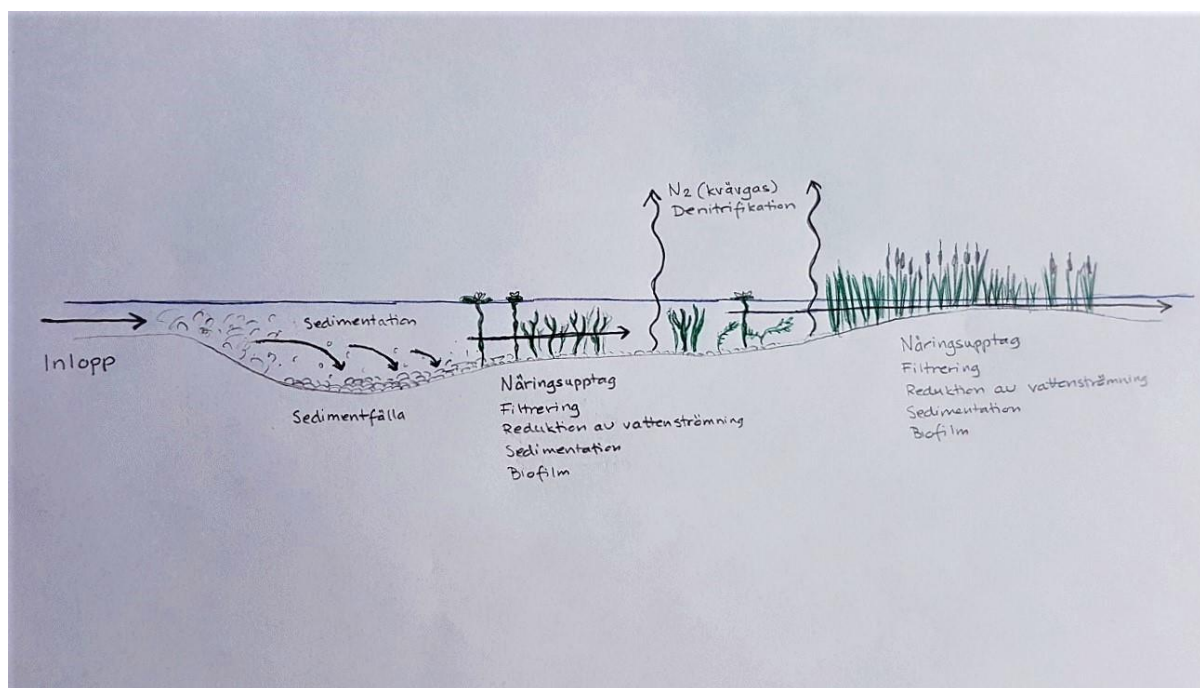
Kvävet renas på motsatt sätt. Feuerbach (2014) och Hagerberg (2004) menar att det är en liten del av kvävet som sedimenteras medan den största delen bryts ner av bakterier i vattnet genom bland annat denitrifikation och blir till ofarlig kvävgas som släpps ut i luften. En del av kvävet tas också upp som näring till växten via rötterna eller via växtdelarna. Hagerberg fortsätter att förklara hur de partiklar som fastnar på växtdelarna då vattnet pressas genom växtfiltret ingår i denitrifikationsprocessen där denitrifikationsbakterier frodas på den tunna beläggningen av organiskt material som bildas på växtdelarna och omvandlar det vattenlösta nitratkvävet till kvävgas.

En våtmark måste ha ett lugnt vattenflöde för att kunna sedimentera och ta upp föroreningar som kommer med vattnet skriver Hagerberg (2004). För hastigt flöde innebär att inga ämnen kan sedimentera utan bara fortsätter med vattnet tills flödet lugnar ner sig vilket då vanligtvis sker på djupa vatten såsom sjöar och hav. För höga flöden innebär också att ämnen som kväve inte kan tas upp av växter då partiklarna som fastnar på växtdelar eller sedimenterar på botten förs bort av strömmen.

## Vilken roll har våtmarksvegetationen i reningsprocessen?

Vid anläggande av våtmarker med syfte att rena föroreningar bör man tänka på vilka ämnen som ska renas. Är det främst tungmetaller, fosfor eller kväve? Eller är det kombinationer av dem? Oavsett måste utformningen av våtmarken anpassas efter de typer av ämnen som ska fångas upp. Vid fosforrening anser Hagerberg (2004) att det behövs en fälla för fosfor intill inloppet i form av en djup svacka. Detta för att stoppa upp vattenflödet och få de större partiklarna att sedimentera direkt.

Det går att göra en våtmark med bara djupt vatten, men om syftet med våtmarken är att rena bort kväve behövs även vegetation menar Bratieres et al. (2008). Enligt Greppa näringen (2017-12-05) reduceras kväve genom sedimentation, denitrifikation och växtupptag (se figur 3) där den största mängden av kvävet löst i vatten omvandlas genom denitrifikation. Även Tonderski et al. (2003) och Hidås (u.å.) håller med Bratieres och påpekar att för att denitrifikationsprocessen ska fungera behöver denitrifikationsbakterierna bland annat energi i form av en kolkälla, dvs organiskt material som finns på våtmarkens botten. Det organiska materialet ligger också som en tunn film runt ytor på växtdelarna vilket blir en vidhäftningsyta för de finare partiklarna i vattnet. Svenskt vatten (2011) förklarar vidare att dessa ytor är levnadsmiljöer för olika mikroorganismer och utgör en så kallad biofilm, men viktigast i detta sammanhang är att denitrifikationsbakterierna frodas här och tillsammans med andra organismer och processer omvandlar de det bundna kvävet i vattnet till ofarlig kvävgas som släpps ut i luften.



Figur 3. Exempel på sedimentation, denitrifikation, näringsupptag och andra reningsprocesser i en våtmark. Bild: Odgrim (2018)

Utan någon vegetation i en våtmark skulle vattenflödes hastigheten vara större. Svenskt vatten (2011) skriver att vegetationen fungerar som ett farthinder och tvingar vattnet att bromsa upp. Vegetationen i våtmarkerna minskar risken för uppvirvling av bottenmaterial och förhindrar då att de redan sedimenterade ämnena rörs upp och måste sedimentera på nytt. Vidare skriver Svenskt vatten att vegetationen i våtmarkerna påverkar syret i vattnet. På dagtid syresätter vegetationen vattnet och på natten förbrukar den syre. Denna process påverkar även andra förlopp då syresättningen bland annat påskyndar nedbrytningen av organiskt material och syreförbrukningen ökar denitrifikationen.

Har växternas utseende någon betydelse? Långa och smala stälkar och blad tycks vara den generella linjen att gå på menar Svenskt vatten (2011). Byström (2017-12-07)<sup>ii</sup> säger att det räcker att den totala vidhäftningsytan är stor för att vegetationen ska rena vattnet effektivt.

När det gäller arternas näringsupptagningsförmåga finns en hel del studier om ämnet. Bland annat skriver Weiss, et al. (2006) och Read et al. (2008) att skilda arter tar upp olika ämnen med varierande hastighet, en del arter tar inte upp ämnen alls. Bratieres et al (2008) håller med om detta och pekar på

<sup>ii</sup> Yvonne Byström arbetar som konsult på WRS, Uppsala. WRS är ett företag som specialiserat sig på våtmarksbyggande och skötsel av dessa.



att vissa arter behöver mer tid på sig innan de kan uppnå ett maximalt upptag av närsalter och föroreningar. Författarna säger även att ämnesupptagningen kan kopplas direkt till tillväxthastigheten där kraftigväxande arter förbrukar mer ämnen som t.ex. kväve för att växa. Zhanga et al. (2011) säger att växter som växer i en omgivning där det redan finns en kolkälla renar mer kväve i vattnet. Detta kan vara en följd av att denitrifikationsprocessen redan är igång med aktiva denitrifikationsbakterier. Read et al. (2008) säger i sin studie att arterna kan bete sig olika beroende på vilka andra arter de konkurrerar med. En art som etableras utan konkurrens kan koncentrera sig på att växa och upptagningsförmågan kan då påverkas jämfört med om växten får kämpa för sin plats, för solljus och näring i vattnet.

### Vilka förutsättningar behöver våtmarksvegetationen?

Vegetation som växer i våtmarker behöver precis som de flesta andra växter tillgång till vatten, gasutbyte och näring. Skillnaden är att våtmarksväxter anpassat sig till en miljö som varierar kraftigt i fuktighet beroende på var i våtmarken man befinner sig. Hagerberg (2004) menar att många fuktälskande arter är inte så kräsna av sig och kan etablera sig där de får sina behov tillfredsställda och att dessa arter brukar vara de första på plats i en nyanlagd våtmark och etablerar sig snabbt över stora ytor om de bara får tillfälle att göra så. Andra arter är mer krävande och vill ha ett specifikt förhållande i våtmarken för att trivas.

Strandzonen är enligt Höök Patriksson (1998) den zon i våtmarken som är frodigast och rymmer många arter som trivs med att ha sina växtdelar i fuktig mark, i vatten eller både och. Gemensamt för dessa är att de klarar av att utsättas för fluktuerande vattenstånd och tidvis översvämmas utan att vissna bort helt. Dessa är en förutsättning för många arter då översvämningarna för med sig näringsrikt slam från vattnet upp på strandytan, vilket ger växterna extra gödning. Detta skriver Höök Patriksson är en stor anledning till att just strandzonen är.

Höök Patriksson (1998) skriver att i vattendrag där vattnet rör sig snabbt och är näringsfattigt men syrerikt växer det lite vegetation då vattnet är för våldsamt i sin framfart, och botten främst består av stenar utan någon tillstymmelse av sedimentering utav näringsämnen. Inga växter förutom lite mossor trivs i detta snabba och näringsfattiga flöde.

Istället menar Höök Patriksson (1998) att den bästa förutsättningen för en rik och varierad biologisk mångfald är en våtmark där vattnet är lugnflytande och näringsrikt då detta innebär att vattenflödet lugnar ner sig och sedimentationen är mer påtaglig. Hagerberg (2004) skriver att i dessa lugna flöden kan sedimentationen skapa mjukbäddar av näringsämnen, organiskt material och stabiliserande partiklar där växterna kan förankra sina rötter. I det lugnflytande vattnet klarar fler växter av att etablera sig utan att slitas bort av strömmen. Är vattnet tillräckligt lugnt kan flytbladsarter etablera sig i våtmarken, skriver Höök Patriksson (1998). Skulle vattnet bli nästintill stillastående kan ytan täckas med flytbladsväxter såsom t.ex. andmatsarter. Om ytan täcks helt av dessa flytbladsarter under en längre period kommer undervattens-vegetationen att må dåligt och på sikt försvinna då dessa är beroende av solljus. På samma sätt menar Hagerberg (2004) kan ett grumligt vatten på sikt vara förödande för undervattensvegetationen då de inte får tillräckligt med solljus och vissnar bort. Det innebär att vattnet i en våtmark bör vara relativt lugnflytande, vara solbelyst i stora delar av området och undvika grumligt vatten under längre perioder.

I vissa våtmarker finns ingen riktig strandzon, skriver Hagerberg (2004), och menar då att kanten är så pass brant att inga växter kan etablera sig. En obefintlig eller liten strandzon med brant lutning ger mindre utrymme för vegetation som annars spelar en stor roll för reningsprocessen via vegetationen. Främst bör våtmarken innefatta en strandzon där marken är flack med liten lutning ut i vattenzonen för att få till en bred variation av arter, om inte för den biologiska mångfalden så för en reningsaspekt då de växter som finns i strandzonen, främst de med växtdelar i vattnet, bidrar till reningen av närsalter i våtmarken. Vidare skriver Hagerberg att en flack och bred strandzon eller en grund vattenzon även kan

innebära, främst om vattnet är näringsrikt, en risk för igenväxning vilket kan ske snabbt om marken inte hävdas eller skördas regelbundet. Detta är oftast inte ett problem för vegetationens förutsättningar i en våtmark utan kan snarare bli ett problem för reningen. Detta är någon som Persson (2007) tar upp då han säger att vegetationen kan bli så tät att vattnet inte längre filtreras genom växtdelarna utan istället bildar kanaler där vattnet flyter förbi vegetationen.

## Växtgrupper

Vegetationen i vattenzonen kan enligt Hagerberg (2004) och Skogen (2017-12-11) delas in i grupper beroende på hur de växer i vattnet och då främst huruvida deras rötter är förankrade i botten.

### Helofyter

Helofyter är övervattensväxter som har sina basala delar såsom rot och rotstam i vattnet medan resten av växten till stor del är ovanför ytan. Några exempel på helofyter är *Typha spp.* (kaveldun), *Carex spp.* (starrarter), *Phragmites australis* bladvass, och *Iris pseudacorus* (svärdsilja).

### Hydrofyter

Hydrofyter är undervattensväxter som föredrar att hela växten står i vatten med undantag från några undergrupper vars blad och blommor håller sig ovanpå vattenytan. Hydrofyter kan delas in i undergrupper som:

#### *Nymphaeider, flytbladsväxter*

Nymphaeider är rotad i botten och har bladen flytande uppe på vattenytan. Kan också växa djupare än helofyter. *Nymphaea alba* (näckros) är ett exempel på en nymphaeid

#### *Elodeider, långskottsväxter*

Elodeider är rotad i botten och har resterande växtdelar i vatten i form av långa skott med blad på. Hittas ofta i näringsrika vatten. Några exempel på elodeider är *Ceratophyllum demersum* (hornsärv) och *Potamogeton spp.* (nateväxter).

#### *Isoetider, kortskottsväxter*

Isoetider klarar skugga bättre än de andra vattenväxtgrupperna och kan därför överleva på botten där de formar rosetter. Finns främst i näringsfattiga vatten. Några exempel på isoetider är *Isoetes spp.* (braxengräs) och *Plantago uniflora* (strandpryl).

#### *Lemnider*

Lemnider flyter uppe på vattenytan med roten hängande utan förankring. Denna grupp kräver näringsrikt och stilla vatten för att trivas. Ett exempel på lemnider är *Lemna minor* (andmat).

## Etableringsmetoder för växter i våtmarker.

Etablering av en nyanlagd våtmark kan vara det enklaste momentet i hela anläggnings-processen, det kan också vara resurskrävande både i tid och pengar. Det som avgör beslutet för ekonomin beror på flera faktorer såsom huruvida anläggningen ska vara självgående med minimal driftskostnad eller om det finns kapacitet att lägga resurser på drift och underhåll för att hålla våtmarken mer statiskt än föränderlig i sitt utseende. Enligt Hagerberg (2004) och Svenskt vatten (2011) kommer vegetationen spontant utifrån och om en våtmark själv får sköta vegetationsetableringen kommer den att inom några år vara fylld med växter. Vill man däremot styra växtvalen finns flera alternativ att välja mellan. Här presenteras några av dem.

### *Spontan etablering*

Låt naturen sköta sig själv! Hagerberg (2004) och Svenskt vatten (2011) skriver att med den här metoden kommer det att ta längre tid innan våtmarken är färdig etablerad. Alger kommer troligtvis att invadera våtmarken de första åren innan vattenvegetationen etablerat sig. Pionjärväxterna kommer att ha övertaget i våtmarken till en början men om oturen är framme är dessa pionjärer även aggressivt invasiva arter som täpper igen hela våtmarken.

### *Hämta växter från en befintlig närliggande våtmark*

Det innebär att växtmaterial plockas upp från våtmarken och läggs ner i den nyanlagda våtmarken skriver både Hagerberg (2004) och Svenskt vatten (2011). Här bör man tänka på att förutsättningarna i den nya dammen är någorlunda lika som i en gamla för att växterna ska få en chans att leva i den nya miljön. Växterna hävas, grävs eller skopas upp ur vattnet med lämpliga redskap.

Ett annat sätt att hämta växter från en befintlig våtmark är att skrapa av det yttersta skiktet av en strandkant och på så sätt samla in fröer och rotdelar för att sedan lägga ut dessa på stranden i den nya våtmarken. Nackdel med den metoden är att det inte går att se vilka sorters fröer eller rotdelar som skrapas upp och om det finns aggressiva arter i närheten kommer säkerligen några sådana att följa med till den nya våtmarken.

### *Pluggplantor*

Hagerberg (2004) och Svenskt vatten (2011) och Veg Tech AB (2017) beskriver pluggplantor som en planta som på plantskolan fått ett rejält rotsystem format som en plugg. Den form plantan har vuxit i är långsmal och innehåller material såsom kokosfiber för att undvika jord i vattnet vid planteringen. Det finns flera storlekar på pluggplantorna och de allra minsta pluggplantsstorlekarna bör undvikas för undervattensarter vid plantering då de lätt lossnar när vattennivån höjs igen.

Vattennivån bör sänkas vid plantering för att pluggplantorna lättare ska fästa i botten. Sedan höjs vattennivån långsamt till normal nivå vilket kan skapa problem för de växter som inte klarar av att vara ovan vattenytan längre perioder då risken finns att de dör. Med pluggplantor är etableringen av vegetationen synlig direkt och skapar större möjligheter för de valda arterna att stanna kvar när den spontana etableringen sker.

### *Frösådd*

Frösådd tar tid att etablera skriver Hagerberg (2004) men är ett mer kostnadseffektivt alternativ till pluggplantor vid större anläggningar. Nackdelen med frösådd är att den spontana etableringen av pionjärarter kan hinna före och ta över innan de frösådda plantorna etablerat sig.

### *Prefabricerad vegetation*

I den här kategorien hittas färdiga mattor och rullar med vegetation. Svenskt vatten (2011) och Veg Tech AB (2017) beskriver dessa som bland annat färdiga mattor och rullar med vegetation. Dessa produkter är färdiga att monteras direkt i våtmarken och ger ett frodigt intryck omgående jämfört med andra etableringsmetoderna.

I samma kategori finns flytöar. Byström (2017-12-07) säger att dessa kan vara utformade på olika sätt men gemensamt är att vegetationen planteras på ett flytande material där vegetationens rötter hänger fritt under flytön och bidrar till reningen på det viset. Byström påpekar även att materialet i flytöarna oftast är plast och att det kan diskuteras huruvida vi ska använda ett sådant material överhuvudtaget i vår natur.

## Växter i en våtmark

Arbetet har hittills handlat främst om reningsprocesser och metoder där vegetationen spelar en stor roll i framför allt kvävereduktionen. De arter som i arbetet visat sig vara lämpliga i en våtmark i södra Sverige med övre gräns vid Dalälven har sammanställts i en tabell, *Tabell 1* (se Bilagor) Arter som har listats i *Tabell 1* har valts ut för att passa en fuktig till våt ståndort i en måttligt till mycket näringsrik miljö.

Några av de arter som är nämns i *Tabell 1* och som är lämpliga att etablera för kvävereduktion beskrivs här:

### Strandzonen

#### ○ *Acorus calamus* – kalmus

*Acorus calamus* tillhör kalamusväxterna och är enligt Mossberg och Stenberg (2010) vanlig på lerig mark och då ofta i grunda vatten. Den vill växa i näringsrikt vatten där den kan bli mellan 60-150cm hög. Arten kan enligt Hammer (u.å. B) etablera sig på 0-10cm vattendjup.

*A. calamus* blommar sällan men utsöndrar en karaktäristisk aromatisk doft skriver Mossberg och Stenberg (2010). Arten härstammar från Sydkina och Himalaya vilket är negativt om man vill att de nyetablerade växterna enbart ska vara inhemska. Arten kan bilda täta bestånd.

Mad – Sumpzon – Grunt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010)

#### ○ *Alisma plantago-aquatica* – svalting

*Alisma plantago-aquatica* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en flerårig kärr- och vattenväxt med bladen i en rosett under vattenytan. Den kan bli mellan 20-100cm och återfinns vanligen i grunda, näringsrika vatten med rundare blad då den etablerat sig närmare strandkanten. Arten kan även etablera sig på djupt vatten och bildar då smalare blad.

*A. plantago-aquatica* är en pionjärväxt och bör etableras med försiktighet då den kan bilda stora bestånd på större områden då den klarar sig lika väl i sumpzonen som i djupare vatten. Den vill växa i solljus menar Höök Patriksson (1998) som även förklarar att arten kräver klart vatten om den ska etablera sig på djupet. Arten etablerar sig 0–30 cm ner i vattnet enligt Hammer (u.å. B).

Mad – Sumpzon – Grunt vatten – Djupt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010)

#### ○ *Phalaris arundinacea* – rörflen

*Phalaris arundinacea* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) ett rakt upprättväxande gräs med småax i vippa. Den är flerårig och hittas vanligast på fuktig och lite näringsrik mark och kan nå en höjd på 70-200cm. Svenskt vatten (2011) säger att *P. arundinacea* bildar täta bestånd med sina underjordiska utlöpare som kan bli ganska tjocka i storleken. Arten är särskilt bra för näringsupptag då den kräver att marken är näringsrik för att trivas säger Veg Tech AB (2017). Dock bör etablering ske med försiktighet då den kan dominera helt om den får fritt spelrum menar Höök Patriksson (1998).

Fuktäng – Mad – Sumpzon – Grunt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010) (Veg Tech AB, 2017)

- *Phragmites australis* – vass

*Phragmites australis* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) rakt upprättväxande med småax i vippa. Den återfinns ofta på fuktig till våt, näringsrik mark och kan nå en höjd på 100-400cm. Svenskt vatten (2011) menar att *P. australis* bildar täta bestånd med underjordiska jordstammar medan Veg Tech AB skriver om arten som näringskrävande och att den därför är utmärkt i reningssyfte. Den hjälper även till med reningsprocessen genom att filtrera partiklar med växtdelarna i vattnet samt reducera vattenströmningen vilket ger en större chans för sedimentering av partiklar i vattnet. Dock bör etablering av *P. australis* ske med försiktighet säger Höök Patriksson (1998) då den kan dominera och konkurrera ut andra arter då den är kraftigväxande.

Mad – Sumpzon – Grunt vatten – Djupt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010), (Veg Tech AB, 2017) (Höök Patriksson, 1998)

- *Valeriana officinalis* – läkevänderot

*Valeriana officinalis* är en flerårig ört som Mossberg och Stenberg (2010) beskriver blir mellan 60–140 cm hög. Den återfinns ofta på torr till fuktig, näringsrik mark. Arten kräver näringsrik mark att växa på och är då lämplig att etablera i reningssyfte.

Fuktäng – Mad (Mossberg och Stenberg, 2010)

## Vattenzonen

- *Carex elata* – bunkestarr

Starrarter är kraftigväxande och tåliga arter säger Veg Tech AB (2017) och menar att arten hjälper till med reningen genom filtrering av partiklar, reduktion av vattenströmningen och genom näringsupptag, något som Svenskt vatten (2011) håller med om. Mossberg och Stenberg (2010) beskriver *C. elata* som tuvbildare och kan skapa stora täta tuvor samtidigt som arten kan nå en höjd på 30-120cm. Arten trivs i dy eller lerjord och återfinns ofta vid utflöden. Enligt Hammer (u.å. B) etablerar sig arten gärna 0-30cm ner i vattnet.

Hagerberg (2004) påpekar att arten kan vara lämplig att etablera då den är en viktig fröproducent för fåglar.

Mad – Sumpzon. (Mossberg och Stenberg, 2010)

- *Lemna trisulca* – korsandmat

*Lemna trisulca* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en liten flytbladsväxt som blir mellan 0,5–1,5cm stor. Den saknar förankring i botten och flyter fritt med roten hängande. Arten är vanlig i näringsrika och lugna vatten där de kan täcka stora ytor om de får chansen. Att den kan täcka stora ytor är negativt för undervattensväxter vilka skuggas ut och dör om *L. trisulca* stannar för länge vid vattenytan säger Höök Patriksson (1998). *L. trisulca* är lämplig i stilla och grunda våtmarker och då speciellt i mindre vattensamlingar med permanent vattenspegel i stadskärnor då de renar vattnet på närsalter och är lätta att skörda om behovet uppstår.

Arten etablerar sig enligt Hammer (u.å. B) på vattenytor över på 10-40cm djup.

Sumpzon – Grunt. (Mossberg och Stenberg, 2010), (Hammer, u.å. B)

- *Sparganium erectum* – storigelknopp

*Sparganium erectum* når en höjd på 50-150cm enligt Mossberg och Stenberg (2010) och återfinns på lera i näringsrika vatten där den gärna etablerar sig nära utflöden och avlopp där koncentrationen av näringsämnen är störst. Veg Tech AB (2017) menar att arten renar vattnet genom sitt näringsupptag vilket kan visas på dess vilja att etablera sig på platser där koncentrationen av näringsämnen är stor eller att de trivs i näringsrikt vatten.

Arten trivs gärna enligt Hammer (u.å. B) 0-40cm ner i vattnet.

Mad – Sumpzon – Grunt. (Mossberg och Stenberg, 2010)

- *Hippuris vulgaris* – hästsvans

*Hippuris vulgaris* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en flerårig vatten- och sumpväxt vanlig på lera, dy eller torv i näringsrika vatten. Växten blir mellan 20-70cm hög och har ihålig stjälk. Höök Patriksson (1998) menar att *H. vulgaris* vill ha sol för att trivas och att den gärna växer längs kanten i våtmarken och in mot de torrare delarna i maden.

Då den enligt Mossberg och Stenberg (2010) vill etablera sig i näringsrika vatten kan det visa på en renande effekt genom näringsupptag. Arten renar också genom filtrering av partiklar säger Svenskt vatten (2011).

Arten etablerar sig 0-50cm ner i vattnet enligt Hammer (u.å. B)

Mad – Sumpzon – Grunt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010), (Feuerbach och Strand, (2010)

- *Iris pseudacorus* – svärdsilja

*Iris pseudacorus* återfinns ofta i grunda vatten men även på våt mark och växer gärna längs kanterna på den våta sidan säger Höök Patriksson (1998). Mossberg och Stenberg (2010) säger att *I. pseudacorus* vill stå på näringsrik mark för att trivas och kan då nå en höjd på 50-120cm. Arten etablerar sig på ett vattendjup mellan 0-20cm enligt Hammer (u.å. B).

Arten beskrivs vara en kraftigväxande och tålig art och den renar vattnet genom sitt näringsupptag då den är kraftigväxande säger Veg Tech AB (2017). Dessutom ger arten en vacker gul blomma som förhöjer det estetiska värdet. (Hagerberg, 2004), (Svenskt vatten, 2011), (Mossberg och Stenberg, 2010)

Mad – Sumpzon – Grunt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010)

- *Mentha arvensis* – åkermynnta

*Mentha arvensis* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en flerårig ört som trivs på våt till fuktig mark och blir 10-40cm hög.

Myntaväxter hjälper till med reningen genom att filtrera partiklar i vattnet säger Svenskt vatten (2011) men även genom näringsupptag och filtrering menar Veg Tech AB (2017).

Mad – Sumpzon. (Mossberg och Stenberg, 2010)

- *Nymphaea alba ssp. candida* – nordnäckros

*Nymphaea alba ssp. candida* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en flytbladsväxt med bladskivor i storleken 10-30cm. Arten trivs på dybottnar i lugna vatten och kan om den får rätt förutsättningar täcka stora ytor av vattenspegeln (Höök Patriksson, 1998); (Mossberg och Stenberg, 2010); (Feuerbach, (2014).

*N. alba ssp. candida* återfinns ej i de allra sydligaste delarna av södra Sverige men går att etablera i resten av området (Mossberg och Stenberg, 2010).

Djupt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010)

- *Stratiotes aloides* – vattenaole

*Stratiotes aloides* är enligt Mossberg och Stenberg (2010) en sällsynt art men återfinns ibland i grunda, näringsrika vatten. Det är en undervattensväxt med rosett på botten som flyter upp till ytan för att blomma. Enligt Hammer (u.å. B) etablerar den sig på ett vattendjup som är 40-60cm och kan därmed även finnas på djupa vatten.

Mossberg och Stenberg (2010) påpekar att arten ej finns i hela området men återfinns vid Mälardalsområdet och i Västergötland.

Grunt vatten – Djupt vatten. (Mossberg och Stenberg, 2010)

## Fallstudie Västerås vattenpark

Under hösten 2018 planerar Västerås i samarbete med Mälarenergi att anlägga en 15 hektar stor våtmarksanläggning där vattenytans areal ligger på runt 7 hektar. Våtmarken kommer att ligga sydväst om Västerås hamn, nordnordöst om Västerås/Johannisbergs flygplatsområde och ca 700 meter från Mälaren (Reuterskiöld, 2017 A).

Syftet med parken är att rena Kapellbäckens vatten som idag för med sig stora mängder föroreningar och dagvatten ut i Mälaren men även skapa en ökad fördröjningskapacitet i systemet. Västerås stad och Mälarenergi vill att platsen också ska främja biologisk mångfald och rekreationstillfällen (Reuterskiöld, 2017 A).

### Förutsättningar och problem

Våtmarkens tillförsel av vatten sker via pumpar med maxflöde på 500-700l/s och vid flöden under 100l/s leds inget vatten in i våtmarken (Reuterskiöld, 2017 A). Det innebär att vattennivån inte kommer att fluktuera vid fler tillfällen än vid torka, då vatten naturligt avdunstar från våtmarken eller vid avsiktlig torrläggning.

Detta påverkar utseendet hos Västerås Vattenpark då översvämningsområden såsom fuktäng och mad inte finns, då det uppstår en kant mellan landområdet och sumpzonen. *Figur 4* visar hur vattendjupet i våtmarken i de djupaste delarna går ner till 100cm, undantag finns vid inloppet där bassänger för sedimentering skapas med vattendjup ner till 150cm. Kanterna mellan land och de djupaste delarna kommer att vara släntade och på flera ställen i våtmarken bildas stora långgrunda områden vilket ger möjlighet till varierande vegetation.

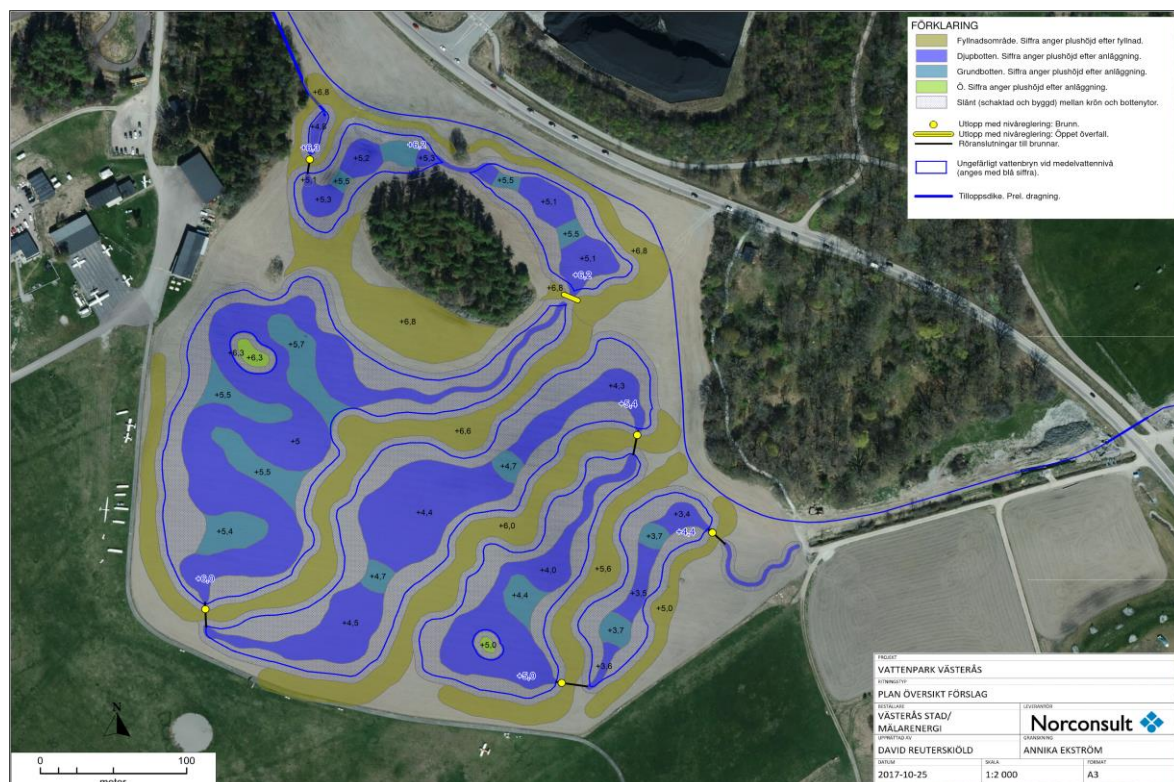
Vid ett möte med Västerås Stad och Mälarenergi (2017-12-06) framgår att vattenparken avser att rena främst tungmetaller såsom krom men även fosfor. Detta innebär framförallt att reningen sker genom

sedimentering och behovet av renande vegetation är inte lika påtagligt som vid t.ex. kvävereducering där fler reningsprocesser behövs än enbart sedimentering. Vegetation kan dock ändå sättas ut för att bland annat bromsa strömningsflödet och hindra uppvirvling av bottensediment. Däremot skadar det inte att skapa miljöer för mikroorganismer såsom denitrifikationsbakterier och reducera det kväve som följer med Kapellbäckens vatten ut i våtmarken och därför bör även vegetation som innehar renande egenskaper etableras.

Placeringen av våtmarken intill en flygplats innebär några begränsande aspekter vid växtval. Västerås Stad och Mälarenergi (2017-10-25) har uppgett att eftersom fallskärmshoppning förekommer i området får vattendjupet inte vara för djupt på grund av säkerhetsskäl. Detta innebär att våtmarken snabbt kan komma att täckas med vegetation som trivs på vattendjup runt 100 cm där de dessutom inte får någon konkurrens från andra arter. Ett annat problem Västerås Stad och Mälarenergi (2017-10-25) har pekat på med placeringen av våtmarken intill flygplatsen är att stora sjöfåglar som t.ex. *Branta canadensis* (kanadagås) och *Cygnus olor* (knölsvan) ser öppna vatten som en utmärkt rastplats. Dessa fåglar vill ha stora öppna vattenytor utan vegetation för att känna sig trygga. Västerås Vattenpark har således två problem som kan dyka upp:

1. Växer våtmarken igen kommer de stora sjöfåglar att undvika platsen men reningen av föroreningsämnen kan påverkas negativt.
2. Kommer fåglarna först till våtmarken äter de upp vegetationen och håller våtmarken öppen permanent vilket kan påverka reningen av föroreningsämnen negativt.

Marken är idag åkermark och våtmarken ska grävas ut ur åkermarken i torrt tillstånd där vattnet släpps på först när våtmarken är färdigutgrävd. Befintlig jord och matjord planeras att användas vid anläggandet.



Figur 4: Karta med förslag på utformning av Västerås Vattenpark. Bild: Reuterskiöld (2017 B)



## Lämplig våtmarksvegetation för Västerås vattenpark.

Jordtypen i den planerade våtmarken är lerjord och vattnet kommer att vara näringsrikt. Förslag ges därför på arter som trivs med dessa förutsättningar. Arterna är inte nödvändigtvis utvalda för rening genom filtrering eller näringsupptag då den huvudsakliga reduktionen i våtmarken inte sker via dessa reningsmetoder. Däremot sker en bromsning av vattenströmningen med vegetationen som etableras i våtmarken vilket påskyndas sedimenteringen av de föroreningsämnen som önskas reduceras från Kapellbäckens vattendrag innan det släpps ut i Mälaren.

Då vattendjupet sällan är djupare än 100cm och inte heller har mark som står över vattenytan väljs arter främst från kategorierna ”Sumpzon”, ”Grunt vatten”, ”Djupt vatten” och ”Flytbladsväxter”.

Några förslag kommer från kategorin ”Mad” då växterna längst ut mot landzonen bör klara av att torka ut vid extrema torkperioder då vattennivån sjunker genom avdunstning från vattenytan. Dessa arter kommer att placeras i ”Sumpzon” med restriktioner.

## Förslag på växtval till Västerås vattenpark och i vilka zoner de kan placeras

### *Alopecurus geniculatus* – kärrkavle

- Sumpzonen längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

### *Caltha palustris* – kabbleka

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

### *Cardamine pratensis ssp. paludosa* – kärrbräsma

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

### *Carex spp.* – starrväxter

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

### *Ceratophyllum demersum* – hornsärv

- Grunt vatten.

### *Galium palustre ssp. elongatum* – stor vattenmåra

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

### *Hottonia palustris* – vattenblink

- Grunt vatten.

### *Iris pseudacorus* – svärdsilja

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

*Limosella aquatica* – ävjebrodd

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

*Mentha arvensis* – åkermyntha

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

*Myriophyllum spicatum* – axslinga

- Grunt vatten – Undervattensväxt.

*Nymphaea alba ssp. candida* – nordnäckros

- Djupt vatten – Flytbladsväxt.

*Persicaria amphibia* – vattenpilört

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

*Phragmites australis* – vass

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten – Djupt vatten.

*Potamogeton natans* – gäddnate

- Grunt vatten – Djupt vatten – Flytbladsväxt – Undervattensväxt.

*Ranunculus flammula* – ältranunkel

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

*Sagittaria sagittifolia* – pilblad

- Sumpzon – Grunt vatten.

*Schoenoplectus lacustris* – sjösäv

- Sumpzon – Grunt vatten – Djupt vatten.

*Sparganium erectum* – storigelknopp

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan – Grunt vatten.

Stratiotes aloides – vattenaole

- Grunt vatten – Djupt vatten.

Typha angustifolia – smalkaveldun

- Sumpzon – Grunt vatten.

Valeriana officinalis – läkevänderot

- (Sumpzon) Allra längst mot land där vattennivån ofta sjunker undan eller områden som ofta är torrare än andra i våtmarken. Vill inte stå i vatten för länge.

Valeriana sambucifolia ssp. sambucifolia – fläderväderot

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

Veronica scutellata – dyveronika

- Sumpzon, även längst mot land där vattennivån ibland sjunker undan.

### Lämplig etableringsmetod för Västerås vattenpark

Då problematiken med stora sjöfåglar vill undvikas bör insättning av våtmarksvegetation ske på ett sätt där växterna snabbt etablerar sig och koloniserar sig på egen hand i våtmarken. Det innebär att etableringsmetoder såsom frösådd, spontan etablering samt inhämtning av fröer, rotdeklar och levande växtdeklar från andra våtmarker i trakterna inte är de effektivaste etableringsmetoderna för Västerås vattenpark. Detta då dessa metoder kräver en längre etableringsperiod innan vegetationen har vuxit upp och bildat en tät och stabil växtmatta. Det finns en risk med den spontana etableringen där pionjärarter såsom *Phragmites australis* (vass) och *Typha latifolia* (bredkaveldun) tar över och minskar etableringen för andra önskvärda arter såsom *Myriophyllum spp.* (slingväxter) och *Schoenoplectus spp.* (sävväxter). Sådan spontan etablering kan dessutom ge svårigheter att styra upp våtmarkens artsammansättning vid ett senare tillfälle.

I Västerås vattenpark kan pluggplantsetablering vara till en stor fördel då vegetationen nästan omgående blir tät och väletablerad. Detta innebär en mindre möjlighet för kraftigväxande pionjärer att ta över stora ytor av våtmarken. Våtmarken får även ett grönt och frodigt intryck nästan direkt efter etableringen vilket påverkar det estetiska värdet och kan locka besökare till vattenparken direkt efter invigningen. Med lite tur kanske de stora sjöfåglarna anser att våtmarken inte har tillräckligt med öppna vattenytor för att användas som rastplats för flockar med uppemot hundratalet individer.

En nackdel med utformningen av Västerås vattenpark är att vattenyta beräknas till runt 7 hektar. Det blir enormt kostnadskrävande att etablera all växtlighet med enbart pluggplantor och därför bör pluggplantsetablering kombineras med andra etableringsmetoder. I områden som de största öppna ytorna där problem med stora sjöfåglar kan uppstå kan etableringen med fördel ske med enbart pluggplantor för att snabbt få önskad effekt på vegetationsytan. Vidare kan alla övriga metoder som nämnts ovan användas i kombination med pluggplantor på andra områden i våtmarken för att hålla nere kostnader och ändå styra växtvalet samtidigt som naturen delvis får sköta sig själv.

Prefabricerade växtmattor och växtrullar kan även vara ett bra alternativ att etablera vegetationen snabbt men bör då placeras på speciellt utsatta områden t.ex. där det finns en risk för erosion. Trots varningar

om att inte använda plastmaterial i våtmarkerna kan flytöar vara en lösning som fungerar i kombination med pluggplanter och övriga etableringsmetoder. Flytöar har en färdigutvecklad vegetation inmonterad och ger både ett grönt uttryck direkt samtidigt som de renar med de hängande rötterna under sig. De täcker dessutom delar av de öppna ytorna vilket kan avskräcka de stora sjöfåglarna från att vistas i våtmarken. Flytöarna påverkar inte heller sedimenteringen då de inte rör vid botten mer än på förankringsplatserna och inte heller skapar uppvirvling av sedimenten. En nackdel förutom det omtvistade plastmaterialet som flytöarna ofta är tillverkade av är att varje täckt del av vattenytan ger skugga på botten vilket missgynnar undervattens-vegetationen. Däremot är flytöarna förankrade i botten med lina (Veg Tech AB, 2017) och kan flyta runt på vattenytan och på så sätt skuggas inte samma yta kontinuerligt vilket kan gynna undervattens-vegetationen då de får mer solljus än om ytan vore täckt. Vill man däremot att undervattensvegetationen ska skuggas ut för att undvika igenväxning kan en mer stabil förankring göras och få flytöarna att ligga still på ytan.

## Diskussion

Vegetationen i svenska våtmarker har flera olika förutsättningar och krav för att kunna etablera sig och överleva i en ibland utsatt miljö. Växter anpassar sig för denna miljö där vattennivån fluktuerar och vattenflödet varierar med vattennivån. Växterna i våtmarker som har en renande funktion har ofta krav på näringsrik omgivning, ibland krav på kväverika miljöer. Studier visar att arter har olika upptagningsförmågor och kan till och med specialisera sig på vissa ämnen som de tar upp i större mängder än andra. Studier visar också att ämnesupptagningen har ett direkt samband med artens tillväxthastighet där kraftigväxande arter tar upp större mängder av t.ex. kväve.

Kan man då anta att alla näringskrävande växter i någon grad kan klassificeras som renande vegetation? I *Tabell 1* kan ett samband ses mellan de arter som finns i kategorierna "Renande egenskaper" och "Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad". Ofta sammanfaller arter som anses renande även i kategorin "Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad" men inte alltid. Dock kan de arter som finns i "Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad" men inte i "Renande egenskaper" även anses vara renande då dessa är anpassade för miljöer med hög halt näringsämnen. Att dessa arter inte finns med i kategorin "Renande egenskaper" kan bero på att arterna inte ingått i en forskningsstudie där faktorer såsom näringsupptag eller filtreringseffekt undersökts.

Detta ger en indikation på att alla näringskrävande arter även kan anses vara lämpliga för reduktion av näringsämnen. Informationen som ligger till grund för arbetet är troligtvis inte helt komplett med vilka arter som vill ha närings-/kväverika förhållanden så en helt säker fastslagning av hypotesen därifrån är inte möjlig. Dock pekar mycket på att det är näringskrävande arter som är bäst ur en reningsaspekt och då speciellt för kvävereduktion.

Svenskt vatten (2011) påpekar att växtens utseende spelar roll där arter med smala växtdelar är att föredra då detta ger bäst filtrering. Byström (2017-12-07) menar att artvalet inte spelar en större roll i reningsprocessen där filtrering, vidhäftning och denitrifikation ingår utan snarare följer regeln; ju mer vegetation, desto bättre och större vidhäftningsyta. Bland andra Bratieres et al (2008) och Hidås (u.å.) menar att vegetationens främsta uppgift är att skapa en gynnsam miljö för de mikroorganismer som deltar i de olika processerna såsom denitrifikationen och att vegetationen även står för en kolkälla när biomassan bryts ner vilket är den energikälla denitrifikationsbakterierna behöver för att hålla igång denitrifikationen.

Åsikterna går med andra ord isär. Här kan man resonera över om de alla har rätt beroende på hur våtmarken ska användas och skötas. Om våtmarken är tänkt att rena större mängder kväve och det i skötseln ingår att skörda och föra bort biomassan varje år, kan de arter som har kraftig tillväxthastighet, stort näringskrav på omgivningen och smala växtdelar vara bra förslag att ge. Då biomassan skördas och forslas bort kommer en ny generation att växa upp nästa säsong med fokus på tillväxt istället för överlevnad och våtmarken kan kontinuerligt ligga på liknande nivåer med t.ex. kvävereduktionen varje

år. Om våtmarken är tänkt att vara självgående med lite skötsel aspekter kan det andra synsättet där den oskördade biomassan bidrar till en kolkälla för denitrifikationsbakterierna vara ett bättre alternativ. Det förutsätter att våtmarken inte ska omsätta stora mängder av föroreningsämnen utan istället har lite till måttligt näringsrikt vatten. I det fallet kan en sluten cirkel med näringsupptag och nedbrytning av biomassan ske i våtmarken utan större skötselinsatser.

Här ser jag gärna fortsatta studier i form av studentarbete med huvudfokus på frågan om skörden hjälper eller stjälper vid kvävereduktion i anlagda våtmarken med reningssyfte.

På frågan vilken vegetation som bäst lämpar sig i en anlagd våtmark med reningsfunktion är svaret: All vegetation är bra i reningssyfte. Då vegetationen bidrar med reduktion av föroreningsämnen och närsalter genom filtrering, vidhäftning, näringsupptag samt bromsar upp vattenflödet och hjälper till med sedimentering av dessa ämnen så räcker det inte att titta på enbart näringsupptag utan man bör titta på alla våtmarksväxter som effektiva i reningsprocessen. Sedan kan man styra artvalet efter de ämnen som ska reduceras i våtmarken och vid kvävereduktion kan då de arter med näringskrav vara lämpliga val liksom de arter vars växtdelar har stor total vidhäftningsyta för att gynna mikroorganismers levnadsmiljö.

Vid etablering av vegetation i en nyanlagd våtmark bör man utgå ifrån flera parametrar såsom kostnadsplan för anläggning, drift och underhåll. Men också avsikten med våtmarken avgör valet av vegetation. Om en våtmark anläggs för att rena närsalter kan arter med stora krav på näringsstillgång vara lämpliga. Samtidigt måste man ställa sig frågan hur känslig våtmarken och omkringliggande vattendrag är för aggressiva arter. I samma anda måste man tänka på att främst använda sig av inhemska arter för att inte riskera att potentiellt aggressiva och invasiva arter sprider sig till vårt land och konkurrerar ut vår naturliga vattenflora.

I *Fallstudie Västerås vattenpark* har arbetet genererat en lista med förslag på arter som trivs i de förhållanden som platsen kan erbjuda. Dock det är inte artvalet som är problemet utan snarare utformningen av våtmarken och dess problematik som uppstår med den intilliggande flygplatsens säkerhetsregler. Det som verkar vara Västerås vattenparks största bekymmer är att vattendjupet inte blir djupare än en dryg meter med flera stora områden där vattendjupet är mycket grundare, ofta långgrunda flacka områden. Här kan två scenarier uppstå. Antingen växer hela våtmarken igen och vegetationen hindrar vattnet från att filtreras mellan växtdelarna och i stället tvinga vattnet att gå runt vegetationen i kanaler. Eftersom vattnet inte är djupt nog att vegetationen inte vill eller kan växa så finns inget utrymme för luckor mellan vegetationen som hindrar igenväxning. Andra scenariot är att stora sjöfåglar flockas hit och äter upp all vegetation i våtmarken och lämna våtmarken utan vegetation men med ett överflöd av fågelspillning som ökar kväveinnehållet i vattnet.

Västerås vattenparks skapare har inga planer på att skörda biomassan och det innebär att igenväxningshastigheten ökar markant över några år. Det som ligger till våtmarkens fördel är att vattenparken har stor yta med totalt 15 hektar varav 7 hektar är vattenyta. Detta ger parken några år extra innan igenväxning skapar ett problem. Nackdelen är att det tyvärr handlar om 7 hektar vattenyta med grunda vattennivåer vilket riskerar att skapa stora bestånd av dominerande arter vilka konkurrerar ut övrig vegetation. Den utvecklingen på vegetationen kan bland annat påverka våtmarkens estetiska uttryck och därmed minska antalet besökare som kommer till Västerås vattenpark i rekreationssyfte.

En fördel med den långgrunda botten i våtmarken kan vara om vegetationen hinner etablera sig innan de stora sjöfågeln hittat dit. Då finns en chans att fåglarna aldrig hittar dit vilket är positivt för flygplatsens säkerhet.

En lösning för Västerås vattenpark kan vara att använda flytöar som skuggar ut undervegetationen samtidigt som vattnet kan flyta fritt och föroreningspartiklar kan sedimentera på botten under öarna utan påverkan av växter eller stora sjöfåglar. Rötterna som hänger fritt under flytöarna hjälper till med

kvävereduktionen genom näringsupptag och som levnadsmiljöer för mikroorganismer såsom denitrifikationsbakterier.

De växtförslag som lagts fram i arbetet under *Fallstudie Västerås vattenpark* är ett urval av arter som trivs i lerig mark och som inte nödvändigtvis konkurrerar ut andra arter om de bara etableras på rätt plats i våtmarken. Det är också ett urval som är anpassat för de olika vattendjup som våtmarken ger med tanke på att även klara en torkperiod där vattennivån sjunker till följd av avdunstning.

Då Västerås vattenparks huvudsyfte inte är tänkt för kvävereduktion förutsätter arbetet att vattnet är lite till måttligt näringsrikt och därmed kan många andra våtmarksarter klara av att växa här. Förslaget innehåller även sällsynta arter som naturligt återfinns i området och bör kunna etablera sig i våtmarken. Dessa mer ovanliga arter kan ge en annorlunda variation i våtmarken där speciellt *Stratiotes aloides* – vattenaloe kan vara ett spännande inslag då den vid blomning höjer sin rosett från botten upp mot ytan för att sedan sänka den igen efter blomningen.

# Källförteckning

## Tryckta källor:

Bratieres, K., Fletcher, T.D., Deletic, A., Zinger, Y. (2008). Nutrient and sediment removal by stormwater biofilters: A large-scale design optimisation study. *Water Research*, 42(14), s.3930–3940.

Feuerbach, P., (2014). *Praktisk handbok för våtmarksbyggare*. 3., uppdaterade uppl. Halmstad: Hushållningssällskapet Halland.

Feuerbach, P. & Strand, J., (2010). *Vatten och mångfald i jordbrukslandskapet: att arbeta med vattenbiotoper ur ett nordeuropeiskt perspektiv*. [Sverige: 2010.]

Hagerberg, A. et al., (2004). Åmansboken: vård, skötsel och restaurering av åar i jordbruksbygd, Landskrona: Saxån-Braåns vattenvårdskommitté.

Hammer, M (u.å. A) *Våtmarksvegetation - systematik, ekologi o introduktionsmetodik* Kurslitteratur Utformning av vattenmiljö TN0323. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.

Hammer, M. (u.å. B) *Våtmarkskompendium*. Kurslitteratur. Utformning av vattenmiljö TN0323. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.

Hidås, U., (u.å.). *Våtmarker i jordbrukslandskapet*. Kristianstad; Hushållningssällskapet Kristianstad.

Höök Patriksson, K., Sverige. Statens jordbruksverk & Markernas mångfald, (1998). Skötselhandbok för gårdens natur- och kulturvärden, Jönköping: Statens jordbruksverk.

Laantee, T. & Strid, T., (2002) *Växter och djur i Flemingsbergsvikens våtmarksanläggning*. Huddinge: Huddinge Kommun.

Löfroth, M., (1991). *Våtmarkerna och deras betydelse*. Statens naturvårdsverk, Solna: Naturvårdsverket.

Moodley, K. G., Baijnath, H., Southway-Ajulu, F. A., Saroja Maharaj, S. & Chetty S. R., (2007). Determination of Cr, Pb and Ni in water, sludge and plants from settling ponds of a sewage treatment works *Water SA*. 33(5) s 723-728.

Mossberg, B. & Stenberg, L., (2010). *Den nya nordiska floran*. Ny utg. Stockholm: Bonnier fakta.

Persson, J., (2007). Dammars form: hydrauliska aspekter på anläggning av dammar, Göteborg: Melica media. Kurslitteratur Utformning av vattenmiljö TN0323. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.

Read, J., Wevill, T., Fletcher, T. & Deletic, A., (2008). Variation among plant species in pollutant removal from stormwater in biofiltration systems. *Water Research*, 42(4), s.893–902.

Svenskt vatten., (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering – Råd vid planering och utformning*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Tonderski, K. S., Svensson, J. M., Ekstam, B., Eriksson, P., Fleischer, S., Herrmann, J., Sahlén, G., Weisner, S. E. B., (2003) Våtmarker: Närsaltsfällor och/eller myllrande mångfald? *Vatten: tidskrift för vattenvård*, Vol. 59 (4), s.259–270

Kurslitteratur Utformning av vattenmiljö TN0323, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.

Veg Tech AB, (2017) *För grönare städer*. Vislanda; Veg Tech AB. [Produktkatalog]

Weiss, J. D., Hondzo, M. & Semmens, M., (2006). Storm Water Detention Ponds: Modeling Heavy Metal Removal by Plant Species and Sediments. *Journal of Environmental Engineering* /Volume 132(9)

Zhanga, Z., Rengela, Z., Liaghatib, T., Antonieteb, T. & Meneyc. K., (2011). Influence of plant species and submerged zone with carbon addition on nutrient removal in stormwater biofilter. *Ecological Engineering*, 37(11), s.1833–1841.

#### Elektroniska källor:

*Den virtuella floran*. Webb sida. <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html> (2017-12-11)

*Skogen - Utveckla ditt skogsbruk*. Webb sida <https://www.skogen.se> (2017-12-11)

*Greppa näringen. - Greppa Näringens Praktiska Råd nr 11* Tillgänglig:<http://www.greppa.nu> (2017-12-05)

#### Ej publicerade källor

Byström, Yvonne., WRS, Uppsala. Telefonsamtal, 2017-12-07

Reuterskiöld, D., (2017A). *Samrådsunderlag* Norconsult AB, Västerås; Norconsult AB.

Möte med Västerås stad och Mälarenergi, Västerås 2017-12-03

Deltagande Susanna Hansen, Västerås Stad; Johannes Cattani, Västerås Stad; Lena Höglund, Mälarenergi; Angelica Odgrim, student, SLU.

Workshop Västerås vattenpark, Västerås stadshus 2017-10-25

Arrangör: Västerås Stad och Mälarenergi.

#### Bilder

Odgrim, A., (2018) *Figur 1–3*

Reuterskiöld, D., (2017B). *Projekt: Västerås vattenpark, Plan översikt förslag* Norconsult AB, Västerås; Norconsult AB.



# Bilagor

Tabell 1

Tabellen innehåller en sammanställning av de arter som i arbetet visat sig vara lämpliga i en våtmark i södra Sverige med övre gräns vid Dalälven. Arter har valts ut för att passa i en fuktig till våt ståndort i en måttligt till mycket näringsrik miljö.

Källor: (Bratieres et al. 2008), (Byström 2017), (Den virtuella floran, 2017-12-11), (Feuerbach 2014), (Feuerbach & Strand 2010), (Hagerberg 2004), (Hammer u.å. A), (Hammer u.å. B), (Höök Patriksson 1998), (Laantee & Strid 2002), (Löfroth 1991), (Moodley et al. 2007), (Mossberg & Stenberg 2010), (Read et al. 2008), (Svenskt vatten 2011), (Veg Tech AB 2017), (Weiss, Hondzo & Semmens 2006) och (Zhang et al. 2011)

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Fuktäng	Mad	Sumpzon	Grunt vatten	Djupt vatten	Flvbladsväxt	Undervattens-växt	Renande egenskaper	Vill ha näringsrika och/eller kväverika förhållanden i någon grad	Höjd (cm)	Övrig information
<i>Achillea ptarmica</i>	nysört	x	x							x	20–60	Humusmark.
<i>Acorus calamus</i>	kalmus		x	x	x					x	60–150	Lerig mark. Bildar täta bestånd. Härstammar från Sydkina och Himalaya.
<i>Agrostis gigantea</i>	storven	x	x						x	x		Renar framförallt tungmetaller.
<i>Agrostis stolonifera</i>	krypven		x	x					x		15–80	Främst på lerig mark. Renar framförallt tungmetaller.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	svalting		x	x	x	x			x	x	20–100	Trivs i grunda vatten men även på djupare vatten där de utvecklar smalare blad. Pionjärväxt.
<i>Alopecurus geniculatus</i>	kärrkavle		x						x	x	10–45	Lermark.
<i>Alopecurus pratensis</i>	ängskavle	x	x						x		50–120	Kulturmark.
<i>Angelica sylvestris</i>	strätta	x	x							x	80–200	
<i>Argentina anserina</i>	gåsört	x	x							x	5–15	Ler- eller sandjord.
<i>Bidens cernua</i>	nickskära		x	x						x	10–90	Sällsynt. Dyig eller lerig mark.
<i>Bidens tripartita</i>	brunskära		x	x						x	10–60	Kväverik, störd mark.
<i>Bistorta vivipara</i>	ormrot	x	x							x	5–45	Mindre vanlig i Skåne, Blekinge, Halland och södra Småland.
<i>Butomus umbellatus</i>	blomvass		x	x					x	x	40–120	Gyttig lera. Inte helt utbredd i södra Sverige.
<i>Caltha palustris</i>	kabbleka	x	x	x						x	10–50	Pionjär.
<i>Cardamine pratensis ssp. paludosa</i>	kärrbräsmå		x	x					x		15–50	
<i>Cardamine pratensis ssp. pratensis</i>	ängsbräsmå	x	x						x		10–50	Vanligare söder om Bergslagen.

<u>Vetenskapligt namn</u>	<u>Svenskt namn</u>	<u>Fuktäng</u>	<u>Mad</u>	<u>Sumpzon</u>	<u>Grunt vatten</u>	<u>Djupt vatten</u>	<u>Flytbladsväxt</u>	<u>Undervattens-växt</u>	<u>Renande egenskaper</u>	<u>Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad</u>	<u>Höjd (cm)</u>	<u>Övrig information</u>
<i>Carex spp.</i>	<b>starrväxter</b>											Starrarter är kraftigväxande och tåliga arter. De är viktiga fröproducenter för fåglar och hjälper till med reningen genom filtrering av partiklar, reducering av vattenströmningen och tar upp näring i växten.
<i>Carex acutiformis</i>	brunstarr		x	x					x		40–120	Sällsynt. Gillar kalkhaltig mulljord. Ej utbredd i hela området.
<i>Carex elata</i>	bunkestarr		x	x					x	x	30–120	Dy eller lerjord. Återfinns ofta vid utflöden.
<i>Carex nigra</i>	hundstarr	x	x	x					x		10–50	
<i>Carex pseudocyperus</i>	slokstarr		x	x	x				x		30–80	Sällsynt. Trivs på kalkhaltig lera eller torv. Inte i hela området.
<i>Carex riparia</i>	jättestarr		x	x					x	x	50–150	Sällsynt. Vill ha lerig mark. Ej i hela området.
<i>Carex rostrata</i>	flaskstarr		x	x					x		25–100	Dy eller torvmark.
<i>Ceratophyllum spp.</i>	<b>särvväxter</b>											Särvväxter anses ha ett bra näringsupptag. Arterna är dock sekundära och bör etableras direkt om man vill ha dessa i våtmarken.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	hornsärv				x			x	x	x	20–80	Sällsynt. Vill ha klart vatten.
<i>Cirsium helenioides</i>	brudborste, borsttistel	x	x								40–140	Mullrik mark.
<i>Cirsium palustre</i>	kärrtistel	x	x							x	50–250	Mull eller torvjord.
<i>Eleocharis parvula</i>	kransalger, dvärgsäv			x	x						2–6	Dy och lerbotten i grunda svacka havsvikar. Bör etableras direkt i nya våtmarker.
<i>Elodea canadensis</i>	vattenpest			x	x	x		x		x	30–200	Gärna klart vatten. Från Nordamerika. Pionjär. Invasiv men ej omöjlig att bli av med.
<i>Epilobium hirsutum</i>	rosendunört		x	x						x	50–150	Kalkhaltig lerjord. Ej i hela området.
<i>Equisetum palustre</i>	kärrfräken			x	x					x		
<i>Equisetum arvense</i>	åkerfräken	x	x								10–50	Lera, sand eller grus.
<i>Equisetum fluviatile</i>	sjöfräken		x	x							30–150	Mineraljord.
<i>Eriophorum latifolium</i>	gräsull	x	x	x						x	30–80	Kalkhaltig mark.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	hampflockel		x	x						x	30–150	Stenig mineraljord.
<i>Filipendula ulmaria</i>	älggräs, älgört	x	x	x					x		50–150	Mullrik jord. Undvik att etablera då det är en kraftigväxande och tålig art.

<u>Vetenskapligt namn</u>	<u>Svenskt namn</u>	<u>Fuktäng</u>	<u>Mad</u>	<u>Sumpzon</u>	<u>Grunt vatten</u>	<u>Djupt vatten</u>	<u>Flytbladsväxt</u>	<u>Undervattensväxt</u>	<u>Renande egenskaper</u>	<u>Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad</u>	<u>Höjd (cm)</u>	<u>Övrig information</u>
<i>Galium palustre ssp. elongatum</i>	stor vattenmåra	x	x	x	x					x	30–80	
<i>Galium palustre ssp. palustre</i>	vattenmåra		x	x	x						10–30	
<i>Geranium palustre</i>	kärnäva			x								Sällsynt och återfinns bara på några ställen.
<i>Geranium sylvaticum</i>	midsommarblomster	x	x							x	15–80	
<i>Geum rivale</i>	humleblomster	x	x	x	x					x	20–50	Gärna rörligt markvatten.
<i>Glyceria grandis</i>	kvarngröe		x	x					x		80–150	Sällsynt. Från Nordamerika.
<i>Glyceria maxima</i>	jättegröe		x	x					x	x	90–250	Lermark. Ofta i förorenat vatten. Undvik att etablera då de är kraftigväxande.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	sumpnoppa		x	x							2–20	Lermark.
<i>Hippuris vulgaris</i>	hästsvans		x	x	x				x	x	20–70	Dy, lera eller torv.
<i>Hottonia palustris</i>	vattenblink				x					x	15–40	Grunt och lugnt vatten.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	dyblad				x		x			x	5–40	Grunt och lugnt vatten.
<i>Iris pseudacorus</i>	gul svärdsilja		x	x	x				x	x	50–120	Grunt vatten eller på våt mark. Kraftigväxande.
<i>Iris sibirica</i>	blå svärdsilja, strandiris	x	x								40–120	Sällsynt förvildad.
<i>Juncus spp.</i>	<b>tågväxter</b>											Tågarter anses vara viktiga fröproducenter för fåglar och hjälper reningen genom näringsupptag.
<i>Juncus compressus</i>	stubbtag	x	x						x	x	10–40	
<i>Lemna minor</i>	andmat			x	x		x		x	x	0,2–0,5	Lugna, nästan stilla vatten. Näringsupptag.
<i>Lemna trisulca</i>	korsandmat			x	x		x		x	x		Lugna, nästan stilla vatten. Näringsupptag
<i>Limosella aquatica</i>	ävjebrodd		x	x	x					x	2–10	Vanlig-sällsynt i grunda, flacka områden med lera, mjåla eller sand. Ej utbredd i hela området.
<i>Lotus pedunculatus</i>	stor käringtand	x	x							x	20–60	Ej utbredd i hela området.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	gökblomster	x	x								20–70	
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	topplösa		x	x							20–70	Undvik att etablera då de kan vara kraftigväxande.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	strandlysing, videört		x	x						x	50–160	Torv eller mineraljord. Undvik att etablera då de kan vara kraftigväxande.
<i>Lythrum portula</i>	rödlänke		x	x					x	x	3–25	Ganska sällsynt på sand eller lerjord.
<i>Lythrum salicaria</i>	fackelblomster			x					x		40–150	Kraftigväxande, tåliga arter.
<i>Mentha spp.</i>	<b>myntaväxter</b>											Myntaväxter hjälper till med reningen genom att filtrera partiklar i vattnet.

<u>Vetenskapligt namn</u>	<u>Svenskt namn</u>	<u>Fuktäng</u>	<u>Mad</u>	<u>Sumpzon</u>	<u>Grunt vatten</u>	<u>Djupt vatten</u>	<u>Flytbladsväxt</u>	<u>Undervattens-växt</u>	<u>Renande egenskaper</u>	<u>Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad</u>	<u>Höjd (cm)</u>	<u>Övrig information</u>
<i>Mentha aquatica</i>	vattenmynta		x	x					x	x	20–70	Främst längs kusterna i området.
<i>Mentha arvensis</i>	åkermynta	x	x	x					x		10–40	Våt-fuktig jord.
<i>Mentha x verticillata</i>	kransmynta	x	x	x					x		20–70	Större utbredning i området än <i>M aquatica</i> .
<i>Myosotis laxa</i>	sumpförgätmigej	x	x	x							10–40	
<i>Myosotis scorpioides</i>	äkta förgätmigej	x	x	x					x	x	10–50	
<i>Myriophyllum spp.</i>	<b>slingsor</b>											Slingor vill ha tillgång till solljus och kräver därför klart vatten och/eller avsaknad av flytbladsväxter. Slingor är sekundära växter och bör etableras direkt om de önskas i våtmarken.
<i>Myriophyllum alreniflorum</i>	hårslinga				x			x	x	x	20–80	Vill ha ganska hårda bottenar.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	axslinga				x			x	x	x	50–150	Vill ha mjuka eller hårda bottenar. Ej utbredd i hela området.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	kransslinga				x			x	x	x	50–100	Vanlig-sällsynt. Vill ha relativt grunda och mjuka bottenar med dy eller sandblandad dy.
<i>Nuphar lutea</i>	näckros, gul					x	x			x		Lera och/eller dy. Ner till 3 meters djup.
<i>Nymphaea alba ssp. alba</i>	näckros, vit					x	x					Trivs på dybotten. Är ej helt utbredd i området.
<i>Nymphaea alba ssp. candida</i>	nordnäckros					x	x					Trivs på dybotten. Återfinns ej i de allra sydligaste delarna av området.
<i>Persicaria amphibia</i>	vattenpilört		x	x	x		x			x	20-100 (-300)	Lera. Kan tränga undan de första pionjärerna.
<i>Persicaria hydropiper</i>	bitterpilört		x	x						x	10–60	
<i>Phalaris arundinacea</i>	rörflen	x	x	x	x				x	x	70–200	Näringsupptagande. Undvik eller var försiktig med etablering då de är kraftigväxande.
<i>Phleum pratense ssp. pratense</i>	timotej	x	x						x		30–120	Trivs på kulturmark
<i>Phragmites australis</i>	bladvass, vass		x	x	x	x			x	x	100–400	Kraftigväxande och tålig art. Den skuggar och minskar algtillväxten. Då den är kraftigväxande bör den etableras med försiktighet. Hjälper till med reningsprocessen i vattnet genom näringsupptag och filtrering av partiklar, samt reducerar vattenströmningen.

<u>Vetenskapligt namn</u>	<u>Svenskt namn</u>	<u>Fuktäng</u>	<u>Mad</u>	<u>Sumpzon</u>	<u>Grunt vatten</u>	<u>Djupt vatten</u>	<u>Flytbladsväxt</u>	<u>Undervattens-växt</u>	<u>Renande egenskaper</u>	<u>Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad</u>	<u>Höjd (cm)</u>	<u>Övrig information</u>
<i>Potamogeton</i> spp.	<b>nateväxter</b>											Nateväxter vill gärna ha solljus och kräver därför klart vatten. Nateväxter är pionjärväxter och kommer spontant att etablera sig i nya våtmarker. De anses vara viktiga fröproducenter för fåglar och utsöndrar syre till vattnet samtidigt som de hjälper till med reningen genom näringsupptag.
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	gropnate				x			x	x	x	10–70	Dy och lermark. Vill ha klart vatten.
<i>Potamogeton natans</i>	gäddnate				x	x	x	x	x	x	50–200	Trivs på dybottnar. Kan tränga undan de första pionjärerna.
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	ålnate				x			x	x		50–250	Dy eller sand i klart vatten.
<i>Prunella vulgaris</i>	brunört			x							5–25	Humusrik mark.
<i>Ranunculus</i> spp.	<b>ranunkelväxter</b>											Ranunkelväxter hjälper reningen genom näringsupptag. Speciellt <i>R. aquatilis</i> -gruppen (Möjor) som lever i vatten.
<i>Ranunculus acris</i> ssp. <i>acris</i>	smörblomma	x	x						x	x	20–70	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	vattenmöja			x				x	x	x	20–150	Vill växa i kalkhaltigt vatten. Gärna kulturvatten. Ej i hela området.
<i>Ranunculus flammula</i>	ältranunkel		x	x	x				x		10–40	Vill gärna ha lermark.
<i>Ranunculus lingua</i>	sjöranunkel		x	x	x	x		x	x	x	50–150	Strömmande vatten. Växer ner till 50 cm djup.
<i>Ranunculus repens</i>	revsmörblomma	x	x						x	x	10–50	Lerig mark.
<i>Ranunculus sceleratus</i>	tiggarranunkel		x	x					x	x	10–50	Gyttja eller lera.
<i>Rorippa palustris</i>	sumpfräne	x	x	x						x	10–60	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	pilblad			x	x					x	20–80	Gyttja eller ler i grunda vatten. Återfinns ej i de sydligaste delarna av området
<i>Schoenoplectus</i> spp.	<b>sävväxter</b>											Sävväxter är sekundära och bör etableras direkt om de önskas i våtmarken. De anses vara viktiga fröproducenter för fåglar.
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	sjösäv, säv			x	x	x			x		100–300	Trivs i vatten med fasta bottnar ner till 2 meters djup. Kraftigväxande och tåliga arter.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	skogssäv		x	x					x	x	30–120	
<i>Serratula tinctoria</i>	ängsskära	x	x							x	30–100	Vanlig-sällsynt. Återfinns ej i hela området.

<u>Vetenskapligt namn</u>	<u>Svenskt namn</u>	<u>Fuktäng</u>	<u>Mad</u>	<u>Sumpzon</u>	<u>Grunt vatten</u>	<u>Djupt vatten</u>	<u>Flytbladsväxt</u>	<u>Undervattensväxt</u>	<u>Renande egenskaper</u>	<u>Vill ha näringsrika och/ eller kväverika förhållanden i någon grad</u>	<u>Höjd (cm)</u>	<u>Övrig information</u>
<i>Silene dioica</i>	rödblära	x	x							x	30–80	Gärna mulljord.
<i>Sium latifolium</i>	vattenmärke		x	x	x					x	80–150	
<i>Solanum dulcamara</i>	besksöta	x	x	x						x	20–200	
<i>Sparganium emersum</i>	igelknopp		x	x	x				x	x	20–70	Dy eller gytta. Pionjär
<i>Sparganium erectum</i>	stor igelknopp		x	x	x				x	x	50–150	Lera.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	stor andmat						x		x	x	0,4–0,8	Vanlig-sällsynt. Ej helt utbredd i området.
<i>Stratiotes aloides</i>	vattenaloe, dyborre, kärraloe				x	x		x		x	15–70	Sällsynt. Trivs i grunda vatten. Återfinns ej i hela området.
<i>Trollius europaeus</i>	smörbollar	x	x							x	20–70	
<i>Typha spp.</i>	<b>kaveldunväxter</b>											Kaveldun anses bra för att minska algdunkväxten då de skuggar vattnet. De är även bra i näringsupptaget och reducerar vattenströmningen vilket hjälper reningsprocessen i våtmarken. Kaveldunväxter är kraftigväxande och tåliga arter och bör därför etableras med försiktighet.
<i>Typha angustifolia</i>	smalkaveldun			x	x				x	x	100–200	Trivs i lera och gytta i grunda och klara vatten. Etableras med försiktighet då de är kraftigväxande. Dock mindre invasiva jämfört med <i>T. latifolia</i> .
<i>Typha latifolia</i>	bredkaveldun			x	x				x	x	100–200	Grunda vatten. Etableras med försiktighet då de är kraftigväxande.
<i>Utricularia spp.</i>	<b>bläddror</b>											Bläddror är köttätande växter som trivs i näringsfattiga till näringsrika vatten.
<i>Utricularia intermedia</i>	dybläddra				x		x	x		x	7–20	Grunda vatten med dy eller torv.
<i>Utricularia minor</i>	dvärgbläddra				x		x	x		x	5–17	
<i>Valeriana officinalis</i>	läkevänderot	x	x							x	60–140	
<i>Valeriana sambucifolia ssp. sambucifolia</i>	flädervänderot		x	x							40–130	
<i>Veronica beccabunga</i>	bäckveronika		x	x	x					x	20–60	Vill ha långsamt rinnande vatten.
<i>Veronica scutellata</i>	dyveronika		x	x							10–50	Dy, lera eller mjäla.